كلوديا ناصر الدين

فيزياء الذرّة الحديثة

مقاربة فلسفية تأويلية



فيزياء الذرّة الحديثة

مقاربة فلسفية تأويلية

كلوديا ناصر الدين

المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات
Arab Center for Research & Policy Studies

الفهرسة في أثناء النشر - إعداد المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات

ناصر الدين، كلوديا

فيزياء الذرة الحديثة: مقاربة فلسفية تأويلية/ كلوديا ناصر الدين.

303 صفحة؛ 22 سم.

يشتمل على ببليوغرافية (ص.287-295) وفهرس عام.

ISBN 978-614-445-639-2

1. الفيزياء - فلسفة. 2. الفيزياء الذرية - فلسفة. 3. الفيزياء الكمية - فلسفة. 4. النسبية (نظرية) - فلسفة. أ. العنوان.

530.01

العنوان بالإنكليزية

Modern Atomic Physics:
A Philosophical Interpretivist Approach

by Claudia Nasr al-Din

الناشر

المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات
Arab Center for Research & Policy Studies

شارع الطرفة - منطقة 70
وادي البنات - ص. ب: 10277 - الظعاين، قطر
هاتف: 00974 40356888

جادة الجنرال فؤاد شهاب شارع سليم تقلا بناية الصيفي 174
ص. ب: 4965 11 رياض الصلح بيروت 2180 1107 لبنان
هاتف: 8 991837 1 00961 فاكس: 00961 1991839

البريد الإلكتروني: beirutoffice@dohainstitute.org

الموقع الإلكتروني: www.dohainstitute.org

الطبعة الأولى

بيروت، أيلول/ سبتمبر 2024

المحتويات

قائمة الجداول والأشكال

الجدول

الأشكال

تمهيد

قد يبدو الاختلاف النوعي بين الفلسفة والفيزياء هائلًا إلى درجةٍ ينتفي معها الحديث عن أي صلات ممكنة تجمع بين ما هو علمي تندرج نظرياته في عالم التكنولوجيا ووسائطها الحديثة، وما هو نظري تجريدي يتجاوز المعطيات المادية المحسوسة ليخاطب العلل الغيبية التي تتخفى وراء الوجود برمّته؛ فالفلسفة التي استمدت مسوّغاتها من البحث في الحيّز الميتافيزيقي ليست من النوع الذي أمدَّ الفيزياء بالقدرة على البحث في الحيّز الفيزيقي الذي أمّن السبل والوسائل المختلفة التي مكّنت الإنسان من تطوير نمط حياته وتبديل وجوه عيشه على نحو متسارع، ولذلك ليس مستغربًا أن ينبهر الإنسان بقدرة الفيزياء على حل ألغاز الطبيعة التي أرهقت جموع الفلاسفة في البحث عن أعظم أسرارها.

في هذا السياق، يُطرح أمامنا سؤال مشروع عمَّا إذا كنا أمام فيزياء واحدة موحدة، أم أننا أمام مجال واسع ومتذرِّر، لا يقف عند حد اختراعٍ سهّل لنا سبل الاتصال والتواصل، عبر استكشافات ليست من خارج الصنف (صنف العلوم التجزيئية-التجريبية)، وإنما من صُلب مجالٍ معرفي آخذٍ في الاطّراد، على نحو ما نشهده اليوم من سباقٍ محموم لاكتشافٍ يعقبه اكتشاف.

لسنا في وارد التقليل من أهمية المنجز العلمي للفيزياء، إذا ما توقفنا عن الخلط بين المكتشفات الواقعية لهذا العلم، والافتراضات المترتبة عن تثمين هذا المنجز الذي ينطوي على قيمة عليا، لا تقتصر على منافعه اليومية في حياة الإنسان العصري بل تتجاوزها إلى الغوص في أعماق الكون، فثمة مضارٌّ نجمت عن شبهة تحصيل ذلك المنجز وتثمين مقدرته الفائقة على حل الإشكال الكبير

الذي ما انفكَّ الفلاسفة يتفكرون فيه، لذلك ينبغي أن يشار إلى أن ليس للفيزياء التي نتناولها في بحثنا علاقة بمجال تطبيقاتها الأداتية، وإنما تلك التي غاصت بعيدًا في سبر علّة الكون والعالم.

في هذا الصدد، نساهم في تذليل العراقيل التي تعترض سبل البحث عن العلاقة التجاورية المفترضة بين العلم الفيزيائي والفلسفة، ولا سيما أن التفكر في أسبقية المجال العلمي على المجال التأملي - أو العكس - يستفز إشكاليات معقدة، خصوصًا إذا كانت الطفرات العلمية في التاريخ حاصلة بمؤدّى تحولٍ نوعي استقر على نحوٍ جعَلَ أيَّ نظرية علمية تُهمِل جميع إرهاصاتها المنضوية في أشكال فكرة فردية يتيمة، لأنها فاقدةٌ أهلية نظرية مشروطة بتفسير قوانين نهائية مطلقة.

هذه المسألة تفرض علينا تتبُّع جذر الفيزياء التاريخي، وكذلك جذر الفلسفة، رغم اقتناعنا الراسخ بصعوبة ملء الوظائف التي عيّنها المفهوم التطوري التراكمي للعلم، الذي قد لا يتطور بتراكم الاكتشافات والاختراعات الفردية وإنما بتغير مفاهيمنا وتمثلاتنا النظرية عن العالم بصورة مستدامة، مع تغير الزمكان، في حال نظرنا إلى تطور المعرفة العلمية من منظور نسبي.

أما من الناحية الوضعية، فيمكن القول إن العلم هو، باختصار، محاولة لتنظيم الخبرات السابقة، وسبكها في إطار جديد تُستخدَم فيه البيانات العلمية في إطار القياس والملاحظات الحسية، ومن هنا نستطيع القول إن تطور العلم رهنٌ بقدرة النظريات الجديدة على تفسير أكبر عدد من الظواهر الطبيعية أو التنبؤ بها، مقارنةً بأسلافها. ولعل هذا الأمر هو ما حدا بعلماء الفيزياء (الكلاسيكية والحديثة) إلى البحث عن نظريات موحدة ونهائية تفسر مجمل الظواهر الكونية، في مكوناتها الماكروية من جهة ومكوناتها الميكروسكوبية من جهة أخرى.

لذلك، يصعب تأريخ العلم بطريقة موضوعية، لأن ما كان يُعتبر نظرية علمية محكمة في عصرٍ ما بات يسمى أسطورة أو خرافة في العصور اللاحقة. ولا يُعزى ذلك إلى أن تلك النظرية أقل علمية أو أنها منتوج المزاج البشري، وإنما إلى المنهج الوضعي الذي تبلور في بدايات القرن السابع عشر، لتمييز الحقيقة العلمية من سواها.

إن هذا يعني أن تاريخ العلم، كتاريخ الفلسفة، هو عبارة عن مدوّنات نظرية احتلت الصدارة أو الواجهة التي عملت على أن تكون ما هي عليه بأن حجبت جميع المساهمات الفردية الخجولة التي أسست لهذا التكوين، فظهر هذا الأخير كما لو أنه منقطع عن سياق ظهوره، فأوجد حلًّا بعد أزمة كانت مستعصية في حينها، ما يعني أننا نتخذ من تاريخ الأزمات تاريخًا للحلول، كما لو أنها مرادفات متعاكسة تعبّر عن بنية واحدة.

ولعل من الواضح أن الأزمات هي التي تستفز الهمم وتشحن الطاقات، لإيجاد متسق مع ظرفٍ تاريخي ما. أما العلاقة الجدلية بين المتناقضين (أزمة–حل) فليست علاقة ميكانيكية، ولا هي انعكاس مباشر لما لا يتضح، إلا إذا تقصينا – من خلال مبضعٍ أركيولوجي – ما يكتنفه الظاهر من بواطنَ تغلي بما يظهر بعد انفجار أو طفرة؛ فالفلسفة التي انبرت لنا كتجلٍّ لظهور سقراط مَحَت جميع محاولات المتفلسفين السابقين عليه، وهُم إن ظهروا فليس إلّا لإعانته على أن يتوِّج مؤسسيًّا لمفهوم التفلسف الحق. والفيزياء كذلك، تمظهرت مع بطليموس، الذي وضع قواعد واضحة ومحدَّدة لها، كما لو أن لأسلافه وجودًا عَرَضيًّا، قياسًا بجِدة نظرياته العلمية.

على الرغم من ذلك، لا بد من الإقرار بأن صعوبة التيقن من جذور العلم التاريخية، وكذا جذور الفلسفة، تُمثّل الوجه الآخر لصعوبة الاعتراف بأسبقية المجال التدبّري للفيزياء على المجال التأملي للفلسفة، رغم ما صرح به أفلاطون من أن التفلسف يعقب التدبّر، بناءً على حاجة الإنسان إلى تأمين حاجاته المادية، عبر اختراع أدواتٍ تساعده على توفير المأكل والمشرب، ليفكّر بعدها في الحيّز الذي يؤمّن له ضروبًا من الإشباع المعنوي المتصل بالأسئلة الوجودية التي أرّقت حياته الرتيبة.

وحتى إذا ما اعتبر فيلسوف المثالية أن التفلسف ترفٌ مضاف إلى ضرورات العيش، باعتبار أن الفلسفة وردة يشمّ الإنسان رحيقها بعد أن يشبع ويكتفي من ضرورات عيشه، فمن الطبيعي عندئذٍ أن تُنسب ولادة الفلسفة إلى كفايات المدينة، لأن البدائي والريفي منهمكان بتوفير ما لا يتيح التفلسف الذي يعقب وفرةً تغمر المدن فحسب، فالإنسان مدني بطبعه، وهو يتسم بعقل يلوذ إلى اغتراف ألوان من

الإشباع المعنوي المتصل بالتساؤلات الترانسندنتالية عن علّة وجود الشيء الذي تَنَغّص الإنسان أو تَنَعّم بوجوده.

بناءً عليه، نجد أن مقولة "شبع البطون قبل شبع العقول" تحيل الإنسان إلى كائن فطري غرائزي كسائر الكائنات الأخرى. كما أن هذه المقولة تنتزع منه ميزة تعقّله القائم على ربط الأسباب بمسبباتها، لا في تدبير شؤونه العملانية والمادية فحسب، بل في كل ما يقع تحت نظره أيضًا، فكل ما يحيط بالإنسان خاضع للتفحص العقلاني الذي يجعله مرتابًا من كل نظرية تؤكد أسبقية النظر على الفعل، أو ترجّح تقدّم الفعل على النظر، وإن تكن الأرجحية المنطقية تميل إلى تصدير أولوية العمل بالأشياء المادية الحاضرة بين أيدينا على النظر بأسباب وعلل غيبية فرضها علينا منطق العقل نفسه.

بناء على هذا الاعتبار يجري ربط الفلسفة بالبحث عن السعادة، أو بالأحرى التخفيف من وطأة العيش في ظل عالَم طافح بالمتناقضات، ومليء بالتعقيدات المرهقة التي تحول دون الركون إلى البساطة، في عالم لا مركّبات فيه ولا تناقضات.

في هذا السياق، ليس غريبًا أن يشرع الإنسان في التصدي لمشكلات بشأن أصل الكون وأصل المادة، في اللحظة التي أتيح له فيها أن يفكر في أصل وجوده. بمعنًى ما، إذا كان في إمكاننا القول مع رولان أومنيس (Roland Omnès) إن الفيزياء تقف على ساقين هما "النظرية" و"التجريب"، وذلك حينما ربط الأولى بفكرة الاحتمالية الخالصة والأخرى بفكرة الحتمية، فإننا سنسأل بغير إرادةٍ منا عن الأساس الذي تُبنى عليه النظرية الفيزيائية، وعن الأصل الذي جاءت منه، ما دامت التجربة تعتمد على المعطيات المادية والتقنية: فما هو الأساس الإبستيمولوجي الذي تنبني عليه النظرية الفيزيائية؟ هل هو الصرح الميتافيزيقي الذي تُعزى إليه جميع مظاهر الوجود الثابتة والمتحركة، أم هو البناء الوضعي الذي يجعل من التجربة الاختبارية الركيزة الأساسية لكل صرح علمي؟

إن هذه الأسئلة ترمي، بصيغتها الراهنة، إلى ترتيبٍ منهجيٍّ يستبطن غاية براغماتية تساهم في إزالة الغموض والالتباس الحاصلَين من علّة التفكير في ماهية

الفيزياء كعلمٍ مادي-تجريبي، فالنظريات العقلانية التي عزت أصل الفيزياء إلى تفسير الظواهر الطبيعية، بالاستناد إلى الأفكار الفطرية والبداهة الحسية، لم تستطع التخلص، على اختلاف روّادها، من الفيزياء الديكارتية الميتافيزيقية المبادئ، وصولًا إلى الفيزياء النيوتنية الميتافيزيقية النتائج، ذلك أن طابع الفيزياء الميكانيكي فصل حيّز التفكير في الماديات المتوافرة عن حيّز التأمل بالافتراضات المادية بشأن أصل الكون وأصل المادة، إلا أن تطور الفيزياء الحديثة بصورة هائلة دفع قوانينها إلى التصدي لمعضلات ميتافيزيقية كانت تقع ضمن مجال التأمل الفلسفي المتصل باستكشاف مبادئ كونية آلت بالفيزياء إلى أن تتصدر واجهة البحث عن الأصل العلمي للمسائل الميتافيزيقية، مع كل منجزٍ جديد يتصدر واجهة التقدم العلمي.

هذه المسألة تحيل إلى تساؤلٍ مشروع عن العلاقة بين الفيزياء والميتافيزياء - أو الميتافيزيقا - في القرن الواحد والعشرين، قرن التكنولوجيا الفائقة والذكاء الاصطناعي الذي يهدد موقع الذكاء الإنساني الذي أوجده في الأصل: فهل يمكن القول إن عودة الفيزياء الحديثة إلى كنف الميتافيزيقا تعبّر عن المنحى الأنطولوجي للحقيقة الواحدة، أم إن السبل الإبستيمولوجية لتعددية مصادر المعرفة قد أملت انفصالًا نهائيًّا بين مناهج الفيزياء ومناهج الفلسفة؟

يُبرر ذلك التساؤل دخول الذات عنصرًا فاعلًا في منظومة السؤال الفيزيائي الذي تبدَّل منحاه بتغير وضعيتها، لتتشارك عملية التأثر والتأثير مع موضوع بحثها، سواء أكان على مستوى موضوعات العالَم الكبير (النظرية النسبية) أم على مستوى موضوعات العالَم الذرّي (النظرية الكوانتية)؛ ففي ظل التشابك القائم بين الذات التي أطّرت نسبية المكان والزمان، والموضوع الذي يتمثّل فيه العالَم لها كواقعٍ أنطولوجي وفق معادلات النظرية النسبية أو النظرية الكمومية، تتغير المفاهيم الفيزيائية، وتنبعث مفاهيم غريبة على الحدس المألوف، فيصعب أن يتقبلها العقل العلمي الكلاسيكي. ونحن نسوق هنا الكلام على مفهوم الزمكان مثلًا، وعلى الفضاء المنحني والتسارع الكمومي، والجسيم الشبحي... وغير ذلك من المفاهيم الجديدة التي قلبت المنطق الصوري الأرسطي المعروف، والقائم على اعتبار أن ما في الذهن يعكس الحقائق الفيزيقية التي لا يمكن إدراكها من خلال ربط السبب بالمسبب، لأنها خارج نطاق الإدراك العيني والمباشر.

فمن أغرب العجائب في عالم الكم، مثلًا، أن يتغير سلوك الجسيمات الما دون الذرّية بحسب وجود المراقب أو غيابه، ما يعني أن قوانين الفيزياء ستتغير مع تبدّل وضعية الذات، سواء في حضورها أو في غيابها. والسبب في ذلك يعود إلى أن الجسيمات، موضوع الاختبار، تتبادل التأثر والتأثير مع جسيمات المراقب.

يدفعنا ذلك الأمر إلى التساؤل عن مدى تجاوز مفهوم الذاتية، ذاتية الإنسان نفسها، كي يصبح لموضوعية العناصر الفيزيائية نفسِها ذاتيتُها الخاصة، ما يفتح بابًا واسعًا أمام التأويل الذي يُشكّل عصب الفلسفة الرئيس. لذلك، يمكننا القول إنه مثلما شكّلت الميتافيزيقا الوجه الآخر للفيزياء الأرسطية، فإنها شكّلت في المقلب الآخر الحدود التي بلغتها فيزياء الكوانتُم الصورية حينما تجاوزت الحدود التجريبية.

بناءً على ما تقدم، فإن أي مقاربة فلسفية لفيزياء الكوانتُم أو الفيزياء الذرّية، من حيث إنها تخوض في عالم الجسيمات الصغيرة، ستحيل إلى علاقة خفية تجمع بين فيزياء الكوانتُم والفلسفة، على الرغم من أن الفيزياء عمومًا، والكوانتُم خصوصًا، تخوض في المسائل الفيزيقية بوسائل تجريبية، والفلسفة تخوض في المسائل الفيزيقية والميتافيزيقية بطرق تأملية خالصة، ما أملى التناقض المتعارَف عليه بين مناهج العلوم ومناهج الفلسفة.

إن ما يهمنا فعلًا هو تبيان أواصر تلك العلاقة، وذلك من خلال الدلالة على مَواطن التقاطع بين فيزياء الذرّة الحديثة - فيزياء الكوانتُم - من جهة، والفلسفة من جهة أخرى، ولا سيما بعد التحولات الجذرية العظيمة التي شهدتها الفيزياء الحديثة، بدءًا من النظرية النسبية مع ألبرت أينشتاين، ومرورًا باكتشاف الطاقة الكمومية مع ماكس بلانك (Max Planck)، ووصولًا إلى نظريات الكم المعقدة مع فيرنر هايزنبرغ (Werner Heisenberg) وإرفين شرودنغر (Erwin Schrödinger) ولوي دو بروي (Louis de Broglie)، وهي التي ساهمت كلها في انتقال الفيزياء من المجال التجريبي العملاني إلى نطاق العقلي والمجرد، من خلال التحول النوعي في طبيعة موضوعات البحث من حقائق مادية عينية إلى جسيمات افتراضية، مجاوزة للعيني والمباشر ولا يمكن رصدها حتى لو

استُخدمت أحدث وسائل المراقبة وتقنيات البحث المجهري، ما يجعل من المادة الفيزيقية للفيزياء مادةً ميتافيزيقية، على أساسٍ اعتباري لا يتعلق بأدوات البحث العلمي، وإنما بمناهج التأمل الفلسفي وعُدّتها المنطقية.

إلا أن ذلك لا يحجب أهمية التطور التكنولوجي الهائل الذي أسفرت عنه فيزياء الكوانتُم بالتوازي مع النظرية النسبية في التغيير الجذري الذي أصاب حياة الإنسان العصري، إذ إن وسائط التكنولوجيا أمّنت له وسائل الراحة، لكنها حولته في المقابل إلى كائنٍ استهلاكي مستلَب الإرادة، ما يفتح الباب أمام إشكالية ميتافيزيقية متجددة تتمثل في التساؤل: هل بمقدور التكنولوجيا أن "تصنع" السعادة الحقيقية للبشر؟ وهل سيبقى حينها للفلسفة دور وظائفي تؤديه في حياة إنسانٍ شغلته المعادلات الرقمية عن التفكير في عمق كينونته الأصيلة؟ وما حدود الممارسات الفلسفية؟ وهل تقف عند الأنساق والمقولات والتأويلات والتصورات العقلية البحتة، أم أنها لا تزال ضرورة في إحياء المسائل الأنطولوجية التي لن يتصدى لها العلم على الرغم من إنجازاته المثيرة؟

وإذا كان بمقدور علماء الفيزياء طرح الأسئلة التي تقدر عقولهم ومؤهلاتهم العلمية ومقدراتهم التكنولوجية على الإجابة عنها، فإن الفلسفة لا تزال تطرح، حتى هذه اللحظة، أسئلة مستعصية على الحلول، تلقي بحجارتها في مياه العقول الراكدة؛ ففي حال تعمّقنا في طبيعة المبحث الفيزيائي، نجد أن غايته الأولى هي العالم، في حين أن غاية المبحث الفلسفي هي الذات الإنسانية، مع كل ما يختلج فيها من رغبات عامرة في بلوغ اللامتناهي. إلا أن ثمة غاية مشتركة تجمع بين الفيزياء والفلسفة، على الرغم من توسم كل منهما طرقها الخاصة، التي تتغير بتغير ظروف البحث وشروطه وأدواته، وهي السعي إلى فهم هذا العالم، والإمساك بناصية الحقيقة المطلقة.

خلاصة القول، إن الأسئلة التي تعيد الفيزياء الحديثة إحياءها، والتي يطرحها هذا العمل، هي أسئلة فلسفية بامتياز، لكنها مدوّنة ومرمّزة بلغة أخرى، وقوامها القوانين النظرية والمعادلات الرياضية. ولكي نيسّر على القارئ فهم أواصر العلاقة الدائمة بين الفيزياء الحديثة والفلسفة، حاولنا عرض المسائل

بشكل منهجي في فصولٍ عشرة: الثلاثة الأولى منها تطرح مسألة هيمنة التفكير الميتافيزيقي على الفيزياء الكلاسيكية، التي تمتد جذورها من الفيزياء الأرسطية، حيث امتزجت فيها الفيزيقا بالميتافيزيقا بشكلٍ مباشر، وصولًا إلى قمتها مع نيوتن الذي صاغ أشهر معادلة للجاذبية تعبّر عن النسق المتكامل والنهائي للفيزياء، لثلاثة قرون متتالية (من القرن السابع عشر حتى القرن العشرين). وتبيّن الفصول الثلاثة التالية (الرابع والخامس والسادس) عبور النظريات العلمية من مبادئ الفيزياء الكلاسيكية إلى الوجه الأول من وجوه الفيزياء الحديثة، من خلال عرضٍ مبسَّط للنظرية النسبية التي أحدثت تغييرًا جذريًّا في نظرية الجاذبية النيوتنية، إذ قدمت نظرة جديدة للواقع، وأدخلت مفاهيم جديدة على الفيزياء الكلاسيكية، ما سمح بأن يتفق معظم الباحثين في الفيزياء على أن معالم الفيزياء الحديثة بدأت مع مقاربة فلسفية تتمحور حول مفهومَي المكان والزمان، اللذين اتخذا صفة الموضوعية والمطلق في الفلسفات القديمة والفيزياء الكلاسيكية، وأصبحا نسبيَّين يرتبطان ارتباطًا عضويًّا بحركة الملاحظ (أي الذات التي ترصدهما).

أما الفصول الأربعة الأخيرة (السابع والثامن والتاسع والعاشر)، فتتناول الوجه الآخر للفيزياء الحديثة: النظرية الكوانتية (الكمية)، والقوانين التي تتحكم بعالم الجسيمات الذرّية والما دون الذرّية، حيث نستعرض فيها مآلات الفيزياء الحديثة التي بدأت في أوائل القرن العشرين، واستُنفدت معها الميتافيزيقا الممتلئة أو المكتملة مع الفلسفة الأرسطية، وأرخت بظلالها في فيزياء ديكارت ونيوتن بشكلٍ غير مباشر، لتدخل في منظومة التواشج الحاصل بين العيني والماورائي، أو في ما أمكننا تسميته بـ "الميتافيزيقا الواقعية"، ما يسمح للظواهر الفيزيائية بأن تصبح عرضة لتأويلات الذات المختلفة والمتنوعة، مع حفاظها على بقايا من الإرث الوضعي.

ولعل البحث في الحقبات التاريخية لمسيرة التقدم العلمي يشكل "القبْلية التاريخية" للعلم الفيزيائي الذي ينقب عن نظام خفي يختبئ وراء الظواهر الطبيعية، ويكون الأساس الذي تقوم عليه العلاقات بين مكونات الطبيعة.

كل ذلك يثير أسئلة أنطولوجية تحفز وعي الإنسان الدائم الساعي إلى إجابات مرْضية وإن تكن غير شافية بالقدر ذاته. وذلك مع الإقرار الضروري بوجود مسافة معرفية بين قدراتنا الفكرية ومؤهلاتنا المعرفية من ناحية، وعالَم الفيزياء المعقد، الذي يحتاج إلى متخصصين في مجاله، ملمّين بأُسسه ومبادئه، ومواكبين تطوراته الاطرادية المتسقة على نحوٍ براغماتي، من ناحية أخرى.

بناءً على تلك الاعتبارات وُجدت الصلة المفترضة بين الفلسفة وفيزياء الكوانتُم، حيث تطرح الأولى الأسئلة التي تشكلت من ترسانة مقولات مبهمة حيال ما هو أشد إبهامًا، يقبع "هناك"، في ما "وراء الوجود"، وتقدم الأخرى إجابات شافية عن "الكيْف"، ومرْضية إلى حد ما عن الـ "لماذا".

خلاصة القول، تُختصر العلاقة بين الفلسفة والفيزياء باللغة العلمية على النحو التالي: الفيزياء تفكك بأدواتها عناصر الوجود، والفلسفة تتجاوز تلك العناصر إلى البحث عن العلّة الكامنة في سر الوجود.

الفصل الأول

الجذور الفلسفية للفيزياء الكلاسيكية

إن بدائية السؤال عن إمكانية معرفة الوجود لا تزال الدافع الأول لجميع الفلاسفة المتهافتين على استنباش السر الميتافيزيقي للكون، وهو السر الذي ما برح العلماء يعملون على تفكيك ألغازه، بغية الحصول على حل يؤمّن إشباعًا نفسيًّا للإنسان الذي لا يزال، منذ وجوده الأول، يلهث وراء الحقيقة.

وكان الفيلسوف اليوناني أرسطو أحد أولئك الفلاسفة الذين حاولوا تفسير الوجود انطلاقًا ممّا هو موجود، وفي هذا أساس فلسفته التي انبنت عليها فيزياؤه بشكلها العام. وما يعنينا منها مسألتا الحركة والزمن اللتان هما من ضمن المسائل الفيزيائية والفلسفية التي ترتبط بمسألة الوجود الفلسفية، إذ نجد أن الفيزياء عنده تتكئ على أساسٍ ميتافيزيقي، لن يتعداه كل من بطليموس وكوبرنيكوس ويوهانس كِبلر (Johannes Kepler) على الرغم من الإنجازات العديدة التي قدّموها.

أولًا: فيزياء أرسطو، ولادة من رحم الميتافيزيقا

لكي نتتبّع مآل العلاقة بين الفيزياء والفلسفة، لا بد أن نعود إلى البدايات الأولى للفكر الإنساني التي اقترن فيها الاعتقاد الماورائي بوعي الإنسان للوجود، وما يعتمر فيه من موجودات مرئية وغير مرئية. لذلك، فإن فهم الطبيعة عند الإنسان القديم (ونقصد به إنسان الحضارات الأولى)، يرتبط مباشرةً بوجود الإله، الذي ترمز إليه الطبيعة بكل مكوناتها (الشمس، القمر، النجوم، الكواكب ...)، وبالتالي

فإن الفيزياء، بما هي علم الطبيعة، أبرزت ردةَ فعل الإنسان على جهله بالأسباب الكامنة وراء حركة الأجسام والأجرام وجميع مظاهر الوجود الأخرى.

إلا أن ما يهمنا في هذا الخصوص هو ما دشنه أرسطو من صرحٍ جديد عندما حاول إدراك الوجود من خلال آلية التفكير بما هو موجود، واضعًا نقطة انطلاق ثورية في التفكير الإنساني، في تشريع قياسٍ منطقي لِما في الواقع على ما في الذهن، لهذا يمكن القول إنه المسؤول عن تصورنا للميتافيزيقا أكثر من أي فيلسوف آخر.

اعتبر أرسطو الميتافيزيقا علمًا وبحثًا نسقيًّا، وانصبّت أبحاثه على طبيعة الوجود بطريقة نسقية بحتة، فالماهية لديه هي أصل الوجود الذي يتكون من مقولات هي أيضًا ذات ماهيات: "لقد افترض أن كل مقولة في سُلّمية الوجود لها ماهيةٌ، وأن هناك ماهية الوجود ذاته"[1]، وذلك يعني أن الوجود في نظر أرسطو ليس شيئًا متعيّنًا في ذاته، وإنما من خلال المقولات[2] التي تشكّله، ومن هنا كان التداخل بين فيزيقا الطبيعة وميتافيزيقا الوجود.

فالميتافيزيقا[3] غدت بهذا المعنى وجهًا من أوجه التفكير النسقي-المقولاتي حيال ما نفترضه قابعًا "هناك"[4]، خلف ظاهر الشيء، ولأننا عاجزون عن الوصول

---

(1) جورج لاكوف ومارك جونسون، **الفلسفة في الجسد: الذهن المتجسِّد وتحديه للفكر الغربي**، ترجمة عبد المجيد جحفة (بيروت: دار الكتاب الجديد المتحدة، 2016)، ص 497-498. يرى أرسطو، مثلما يرى أفلاطون والفلاسفة قبل سقراط، أن لكل شيء ماهية تجعل منه ذلك الشيء... ويتوافق مع أفلاطون في أن الماهيات هي أشياء خاصة في العالم تشكل مقولة الماهيات، وأن لهذه المقولة أيضًا ماهية (ماهية الماهية)، وهي علّة جميع الماهيات، وعلّة الموجودات كلها.

(2) يقسم أرسطوطاليس المقولات إلى سبع: الجوهر والكيفية والحيث والمضاف والكم والفعل والانفعال، وذلك في كتابه **الطبيعة**، ترجمة إسحق بن حنين مع شروح ابن السمح وابن عدي ومتى بن يونس وأبي الفرج بن الطيب، حققه وقدم له عبد الرحمن بدوي (القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2007)، ص 511.

(3) لا نقصد بالميتافيزيقا الترجمة الحرفية لمقولات ما وراء الطبيعة، وإنما النظر العقلاني النسقي إلى الأشياء القابعة خلف ظواهر الأشياء الماثلة أمام الذهن.

(4) الـ "هناك" بما هو كينونة داخل العالم، أو الدازاين (Dasein)، مفهوم خاص بهايدغر، ونجده في كتابه: مارتن هيدغر، **الكينونة والزمان**، ترجمة وتقديم وتعليق فتحي المسكيني، مراجعة إسماعيل المصدق (بيروت: دار الكتاب الجديد المتحدة، 2013)، ص 21.

إلى هذا الخفاء العظيم ليس لنا إلا أن نستدل عليه من خلال تجلياته الماثلة أمام نظرنا، عبر مقولات، أو بالأحرى عبر ماهيات الأفكار.

لذلك، يمكننا القول إن الفكر البشري أقحم نفسه مع ذلك الفيلسوف الفذّ في مسألة شائكة ما زالت تشكل تحديًا أمام جميع اللاحقين الذين لم يستطيعوا أن يهجروا، على اختلاف منطلقاتهم وتنوعها، آلية التفكير المنطقي في كل ما يستعصي على المنطق.

1 . إدراك العالم: بين التصور الأفلاطوني والتصور الأرسطي

كانت الحقيقة بالنسبة إلى افلاطون تكمن في الأفكار التي تُعد ماهيات[5] للأشياء، أما مع أرسطو فإن الماهيات توجد في الأشياء فحسب[6]، ما يعني أن كلًّا من الفيلسوفين لم يفصل بين الذهن والعالم، إلا أن الفرق بينهما هو أن العالم يتشكل من الأفكار عند أفلاطون، وأن الأفكار تتشكل من العالم عند أرسطو.

وبهذا يمكن أن نفهم العالم عبر إدراك الفكرة الماثلة في ذهننا عنه عند أفلاطون[7]، بينما لا يمكن فهم الوجود إلا من خلال منطق أفكارنا النسقي، وهي التي تشكل ماهيات معبّرة عن أشياء هذا العالم عند أرسطو، وليس ذلك لأن الأفكار عبارة عن ماهيات فحسب، بل أيضًا لأن ماهيات الأشياء الموجودة في هذا العالم ليست إلا انعكاسًا منطقيًّا وضروريًّا للأفكار التي تسمح لنا بإدراك ماهية الأشياء الفيزيائية في العالم.

لا فرق عند أرسطو إذًا بين الموجود في الذهن والموجود في العالم، فقد حوَّل فيلسوفُ المنطق الأول موجودات العالم كافةً إلى معادلة منطقية يمكن من

(5) الماهيات عند أفلاطون هي المُثُل، وعلى رأسها مثال الخير الذي تنبع منه سائر المُثُل، وهي من طبيعة علوية أدركتها النفس قبل هبوطها على الأرض.

(6) لاكوف وجونسون، ص 498.

(7) لا يمكن الحديث عن علم فلك بالمعنى الحرفي للكلمة عند أفلاطون؛ فعلم الفلك بالنسبة إليه ليس العلم الذي يدرس السماء المحسوسة-المنظورة، إنما تلك السماء النموذجية، أي كما يجب أن تكون، بعلاقاتها الرياضية الخالصة وحركاتها الكاملة، وهذا الاتجاه الذي سيؤسس لعلم الفلك الرياضي في ما بعد. يُنظر: عزت قرني، **الفلسفة اليونانية حتى أفلاطون**، ط 2 (الكويت: مجلس النشر العلمي-جامعة الكويت، لجنة التأليف والتعريب والنشر، 2003)، ص 213.

خلالها إدراك كنه الأشياء الفيزيائية، برغم أن المنطق الذهني عنده ليس مجردًا من المادة، إنما هو صورة معبّرة أو عاكسة للموجود في هذا العالم من أشياء، لديها بدورها ماهياتها الماثلة أمامنا على شكل صور.

فإذا كان الإدراك عاجزًا عن التقاط الجوهر المطلق للوجود إلا كماهية، فستتحول الأفكار إلى ماهيات وتتحول الماهيات إلى صور، وهذا يعني أن في إمكاننا أن نتبصر وندرك صور الأشياء في العالم، لا الأشياء بذاتها.

من هنا استخدم أرسطو بعض الاستعارات الشائعة. يقول جورج لاكوف (George Lakoff) ومارك جونسون (Mark Johnson) في كتابهما **الفلسفة في الجسد- الذهن المتجسِّد وتحديه للفكر الغربي** (*Philosophy in the Flesh-The Embodied Mind And Its Challenge To Western Thought*): "الذهن وعاء، والفهم إمساك (وقبض)، والأفكار أشياء فيزيائية لها بنية خاصة". فالإدراك بموجب هذه الاستعارة تلقٍّ ذهنيٌّ لأشياء العالم الخارجي التي تترك انطباعًا حسيًّا فيه. ولمّا كانت لأشياء العالم صورة، أي بنية فيزيائية، فإن الحواس هي استعاريًّا مثل ألواح الشمع، تنطبع عليها صورة الأشياء الفيزيائية فتحوّل الانطباع إلى صورة عن الأشياء الفيزيائية المدرَكة[8]، ما يعني ردمَ الفجوة الحاصلة بين معرفة ما في الذهن، ومعرفة ما في العالم الواقعي. وما نود توضيحه هنا هو أن العالم كله، بجزيئياته وتناقضاته، بتعقيداته وتحولاته، تحوّل مع أرسطو إلى صورة لكيفية تفكيرنا فيه، عبر منطق نستدل فيه على الوجود من خلال موجوداته الذهنية، أو بالأحرى من خلال ترتيبات منطقنا الصوري.

2. العالَم في فيزياء أرسطو

لعل الاهتمام المنصبَّ في شرح كيفية تحصيل المعرفة الفيزيقية عند أرسطو، ناجمٌ عن تفكيره في قضايا فيزيائية لم تتوافر معطياتها المادية، ولا يمكن إدراكها إلا من خلال المنطق النسقي الكامن في الذهن، الذي يحوّلها بدوره إلى مشكلات ميتافيزيقية.

(8) لاكوف وجونسون، ص 500-501.

وهذا الأمر يحيلنا إلى تصوره نظام العالم المتصل بنظريته عن أصل المادة الكامنة في نظرية العناصر، التي تؤدي دورًا محوريًّا في فيزيائه، حيث اعتبر أن العالم المحسوس يتألف من أربعة عناصر: التراب والماء والهواء والنار[9]، كما أنه اعتبر أن هذه العناصر ليست أجسامًا أولى قائمة بذاتها، وإنما هي مجرد مظاهر لشيءٍ آخر، أو لجوهرٍ واحدٍ هو المادة الأولى التي تنتقل من شكلٍ إلى آخر، بحسب الكيفيات التي تصيبها (البرودة، اليبوسة، السخونة، الرطوبة)، كما قال بعنصر خامس سمّاه الأثير، ومنه تتكون الأجرام السماوية[10]، ما يعني أن الأساس الذي بنى عليه أرسطو نظرية العناصر هو أساس ميتافيزيقي، ويتجلى ذلك في ردّه كل عناصر الوجود إلى مادةٍ أولى، أو إلى جوهر تتخفى وراءه مظاهر الوجود كلها.

بات الوجود معه إذًا مقولة هلامية، وذا حاجة إلى تعيين كي يُدرَك، على ما ندرك فيه صورة الشجرة والطاولة وجميع الأشياء المادية، ذلك أن تناول فكرة الوجود لا يمكن أن تنجح إلا من خلال قياس منطقي افتراضي، نستعير فيه تشبيهات الموجود، بغية الاستدلال على الوجود. وهذا ما أدى إلى أن يتحول التصور عن ماهية العالم إلى رأي إنساني خالص على الرغم من تنوّعه وتعدّده واختلافه، حيث لم يخرج عن مظلة القياس الأرسطي الذي هيمن على عقل جميع الفلاسفة الذين تصدوا لهذه المهمة المتمثّلة في التقاط ناصية الوجود.

3. مسائل فيزيائية في فلسفة أرسطو

لم يدخل أرسطو في حسم اللغط الدائر حول سر الوجود عبر أحكامٍ نهائية، بعد أن أعمل منطقه الصوري للاستدلال[11]. وإذا كنتَ لا توافقه الرأي فيه فإنك لن تستطيع إنكار فضله على العلوم المنطقية ما دام مسنَدًا إلى احتساب ذهني يقوم على افتراض ما لا يمكن تعيينه ولا استنتاجه إلا من خلال بنية نسقية، بالطريقة التي جعلته يؤسس نظريته الفيزيائية عن أصل الكون على ما يأتي: "ثمة محرك

(9) عبد الرحمن بدوي، **أرسطو**، ط 2 (بيروت: دار القلم؛ الكويت: وكالة المطبوعات، 1980)، ص 225.

(10) المرجع نفسه، ص 223.

(11) يُعتبر المنطق الاستدلالي الذي أنتجه أرسطو منطقًا صوريًّا عقيمًا لأنه لا ينتج جديدًا، ولا يمكن تعميمه لأنه لا يصح في كثير من الحالات التي لا يتطابق فيها الواقع مع المنطق العقلي.

أول يحرك الأفلاك والنجوم والكواكب، يحرك هذه الأجسام التي تتوق إلى الكمال، بوصفه غاية الأشياء جميعًا، ولا يتحرك البتة"[12].

4. مسألة الحركة

يقول أرسطو، للدلالة على المحرك الأول، المسبب لأي حركة: "ولما كان ها هنا شيء يُحرِّك أولًا، وشيء يتحرك أولًا، يوضع كذلك شيء فيه تكون الحركة، وهو الزمان"[13].

نجد هنا شروط الحركة التي تتمثّل في المحرك والمتحرك، وفي عنصرَي الزمان والمكان. والمكان عنده مزدوج، أي هناك مكان أول تبدأ منه الحركة، ومكان أخير تنتهي إليه. ويميز أرسطو بين الشيء المتحرك وزمان الحركة ومكانها: "ذلك أن كل حركة فإنما تكون من شيء وإلى شيء، فإن المتحرك أولًا غير الشيء الذي إليه يُتحرك، وغير الذي فيه يُتحرك"[14]. ويحدد أنواع الحركات بثلاثة: "فواجبٌ ضرورةً أن تكون الحركات ثلاثًا: حركة الكمّ، وحركة الكيف، والحركة في المكان"[15]. بناء على هذا الاعتبار، يمكننا أن نصنف هذه الحركات ضمن معيارين: الأول فلسفي، وهو خاص بنوعين من الحركات، وهما حركة الكمّ وحركة الكيف، أما الآخَر ففيزيائي، وهو خاص بالحركة في المكان.

بنى أرسطو مفهومه لحركة الأجسام من منطلق فلسفي محض، لأنه ربط سببية الحركة بعلّة خارجة عن الشيء، هي التي تتحكم بحركته، وتكون بالتالي مسؤولة عن كيفية تلك الحركة، أما بالنسبة إلى حركة الأجرام السماوية، فاعتقدَ أنها تتحرك للأسباب نفسها، وأن علّة حركتها خارجة عنها، لأنها آتية من العالم العلوي الذي يتحكم بالحركة المنتظمة للكواكب والنجوم، وبالتالي فإن غياب العلّة يؤدي إلى السكون المطلق الذي هو عدم حركة وضدها: "إن السكون هو ضد الحركة، فيكون إذًا عدم القابل"[16].

---

(12) بدوي، ص 145.

(13) أرسطوطاليس، ج 2، ص 492.

(14) المرجع نفسه، ص 492.

(15) المرجع نفسه، ص 511.

(16) المرجع نفسه، ص 535.

بالتوازي، اعتقد أرسطو أن في غياب دفعاتٍ آتية من السماء، تبقى العناصر الأرضية ساكنة في أماكنها الطبيعية، وأنه إذا ما تحركت هذه العناصر، فذلك يعني أن قوة عنيفة أخرجتها من سكونها، وهذه الحركة هي أزلية أبدية[17].

فالأرض بالنسبة إلى أرسطو ثابتة في وسط الكون، وكذلك الأجسام الأرضية التي لا يرغمها شيء على الحركة، لأنها "ليست بحاجة إلى الحركة بطبيعتها، فهي من عالم ما تحت القمر، وكل ما تحتاج إليه متحقق بالنسبة إلى الأرض"[18].

بنى أرسطو نظريته بشأن الحركة[19] على أساس محرِّك يحرِّك ولا يتحرك، مستندًا إلى تخمينٍ منطقي بأن لحركة الأجسام كلها سببًا ضروريًّا، فإذا لم تحركه قوة خارجية ما فإنه سيبقى ساكنًا، لذا لا يمكن المحرك الأول أن تحركه حركة أرفع منه ما دام هو المقرر الأول، إن شاء يتوسط في تحويل الموجود بالقوة إلى الموجود بالفعل، وهو الذي يعطي الماهية صورتها، لذلك فإن تدخّله هنا حازم ومحدَّد، ما دام أنه هو السبب والعلّة الأولى.

هذا التفسير الغيبي سوف يتعثر في كثير من المنعطفات التأويلية لحركة الأجسام، التي لن تقبل أي تفسيرٍ ميتافيزيقي لها، فأرسطو الذي قال إن أي جسمٍ إذا لم تحركه قوة خارجية سيبقى ساكنًا، أو سيتحرك في خط مستقيم نحو مركز الأرض[20]، وسوف يصطدم بحالات عديدة، إذ يعجز عن تقديم أي تفسير، ميتافيزيقيًّا أكان أم منطقيًّا، للحركات غير المنتظمة، والتي لا تتخذ من الخط المستقيم نحو مركز الأرض مسارًا لها: "فالحجر عندما يغادر اليد التي قذفته أو يغادر المنجنيق لا يعود إلى الأرض ليسقط عليها بكيفية عمودية ... مفترضًا أن ... الهواء المضطرب هو الذي يزيد الجسم دفعة"[21].

---

(17) بدوي، ص 162-166.

(18) المرجع نفسه، ص 222. من المهم الإشارة إلى أن المبادئ الأساسية التي بنى عليها أرسطو نظرياته في الفلك هي: الأرض مركز الكون، الكون متناه، الكون غير موحد، وهو: عالم ما فوق القمر أو العالم العلوي، وعالم ما تحت القمر أو العالم السفلي، وأخيرًا السكون أصل الأشياء.

(19) لمن يريد التوسع في نظرية أرسطو في الحركة، يمكنه العودة إلى: المرجع نفسه، ص 202-204.

(20) هذا المبدأ هو أساس قانون القصور الذاتي الذي سنجده في فيزياء غاليلي ونيوتن.

(21) سالم يفوت، **الفلسفة والعلم في العصر الكلاسيكي**: **سيادة التصور الميكانيكي** (بيروت: المركز الثقافي العربي، 1989)، ص 24.

وفي هذا السياق، لسنا في صدد التوقف عند نقطة ضعفه المعرفية في جعله الأرض مركز الكون، وعند ما يترتب على هذا الاعتقاد من إيمان بعدم الحاجة إلى الحركة، ما دام المعطى المتوافر في عصره فقيرًا إلى درجة تحيلنا إلى النظر في مسألة أخرى، تلك التي تتعلق بنظريته عن الحركة والمحرك، ومدى انسجامها مع منطقه المبني على علاقة السبب بالمسبِّب أو العلّة بالمعلول.

كما يجدر بنا التوقف عند مسألة شغلت بال جميع علماء الفيزياء ومعظم الفلاسفة، وهي خاصة بمفهومَي المكان والزمان، التي ستتغير معالمها في الفيزياء الحديثة، والتي اعتقد فيها أرسطو أن المكان ساكن لا يتحرك وكذلك الزمان: "وذلك أن الصورة لا تحرك ولا تتحرك، ولا المكان، ولا بمقدار كذا"[(22)].

ويقول أرسطو في ثبات المكان في موضع آخر: "والصورة والأحداث والمكان، التي إليها تتحرك المحركات غير متحركة"[(23)]. وفي هذا الأمر مخالفة واضحة لما ذهب إليه سقراط في مسألة الحركة، حينما اعتبر أن الحركة هي أصل الأشياء: "فكل الأشياء ينبغي أن تكون متحركة، وأن غياب الحركة عن أي شيءٍ كان أمر غير ممكن، فإن كل الأشياء تتحرك حركة دائمة، بكل أشكال الحركة"[(24)].

5. مسألة الزمن

المشكلة التي واجهت أرسطو، والتي تمثلت في اعتقاده المنطقي بأن الحركة مقياس الزمن، أو أن "الزمان بمعنًى من المعاني حركة"[(25)]، أدت إلى أن يستيقظ في عقله سؤال عن مسبِّبٍ حرك العلّة الأولى، فجعلها تنشئ العالم في اللحظة نفسها التي أُنشئ فيها، لا قبلها ولا بعدها. ولأن أي دافع لتحريك المحرك الأول لا بد من أن يكون منطقيًّا، وأرفع من العلّة الأولى، وهذا محال، قرر أرسطو أن الزمن والعلّة الأولى بدآ مع وجود العالم وليس قبله. إلا أن العلّة الأولى متقدمة

---

(22) أرسطوطاليس، ص 493.

(23) المرجع نفسه، ص 496.

(24) أفلاطون، **أفلاطون في العلم: محاورة ثياتيتوس**، ترجمها عن النص اليوناني مع مقدمات وشروح عزت قرني (الكويت: مجلس النشر العلمي-جامعة الكويت، لجنة التأليف والتعريب والنشر، 2001)، ص 199.

(25) بدوي، ص 218.

على العالم بالمرتبة لكنها متساوية معه بالزمن، ذلك أن المنطق عنده هو منطق العالم كما يوجد.

هذا الوضع شبيه جدًّا بالوصف الذي قدّمه العالِم الفيزيائي المعاصر ستيفن هوكينغ (Stephen Hawking) للتصور الفيزيائي للزمن في قوله "إن الزمن في الفيزياء يوصف من خلال القوانين الفيزيائية للكون"[26]، وإن "الزمان لم يكن يوجد قبل بدء الكون"[27].

فمشكلة الزمن هي مشكلة فلسفية في الأساس، أو بالأحرى ميتافيزيقية، لكنها تحولت إلى إشكالية فيزيائية عندما عجزت الفلسفة عن حل لغز زمن الوجود الأول، ومن هنا دخل الزمن في منظومة القوانين الفيزيائية التي تحكم الطبيعة، والتي اتضحت معالمها مع نيوتن كما سنرى. لذلك فإن ولادة الزمن لا تنفصل عضويًّا عن ولادة الكون: "والزمن كما تحدده قوانين الفيزياء سيكون قد جاء إلى الوجود مع الانفجار العظيم. انطلاقًا من القوانين الفيزيائية، لا معنى للحديث عن شيء قبل الانفجار العظيم... مثلما يعطي المنطق عند أرسطو معنًى للأشياء الموجودة فحسب، يعطي الزمن عند هوكينغ معنًى للأحداث منذ الانفجار العظيم فحسب، ومثلما لا معنى للحديث عن 'ما قبل الانفجار العظيم'، كذلك لا معنى عند أرسطو لإسناد اللاوجود إلى شيء موجود"[28].

ثمة إذًا أسباب منطقية حدت بأرسطو إلى قياس ما في الواقع على ما في الذهن، عندما انعدمت السبل أمامه لتطبيق منهج الاستقراء، الذي كان يؤمن بصحته عند الحديث عن مفهوم التغير الذي يطاول الموجودات ويتخذ شكليْن: الأول عن طريق العرَض والآخَر يكون في الأضداد وما بينها: "فأما التغير بطريق العرض فإنا تاركوه، لأنه في كل شيء، وهو دائم لا محالة، وأما ما لم يكن منه بطريق العرض فليس يكون في كل شيء، بل في الأضداد، وفيما [كذا] بينها، وفي المتناقضة. ومصداق ذلك يؤخذ بالاستقراء"[29].

---

(26) لاكوف وجونسون، ص 515.

(27) ستيفن هوكينج، **تاريخ موجز للزمان: من الانفجار الكبير حتى الثقوب السوداء**، ترجمة مصطفى إبراهيم فهمي (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2016)، ص 32.

(28) لاكوف وجونسون، ص 515.

(29) أرسطوطاليس، ص 499-500.

لهذا، استحوذ أرسطو على الأسئلة الوجودية التي ما برحت تردد الموضوعات نفسها، وإن بصيغ مختلفة حيال الوجود، انطلاقًا مما هو موجود، وهذا ما يجعله رائدَ الفلسفة الميتافيزيقية المتضمَّنة في كل محاولةٍ تزعم التنصل من التفكير الميتافيزيقي، باعتباره تفكيرًا واهيًا لا طائل منه، لأنه قائمٌ على افتراضٍ نسقي، اخترع من خلاله عالَمًا موازيًا لعالمنا المعيش، واستعاض عن الواقع بواقعٍ مشيدٍ من كلمات وتصورات، اعتبرها نيتشه نسيج خيالات واستيهامات تعكس قصور الإنسان وضعفه إزاء القوة المغروسة في روح هذا العالَم.

خلاصة القول، لا يمكن أن نحدد معالم الفيزياء الأرسطية لأنها منغمسة في المسطح الميتافيزيقي الذي تهيم فيه، ولأنها لم تتمظهر في معادلات رياضية محددة كما حدث في فيزياء بطليموس، الذي أعاد صوغ نظريات أرسطو في الحركة في قوانين فيزيائية معقدة.

ثانيًا: فيزياء بطليموس، وجهٌ حسابي للفيزياء الأرسطية

لم تكن الفلسفة في مهد ولادتها الإغريقية في خصامٍ مع العلوم الفيزيائية قط، وبالأخص علم الفلك، الذي كان متواشجًا مع حيّز التأمل في فضاء الميتافيزيقا، وعلى هذا الأساس، بنى أرسطو نظرياته الفلكية. لكن النظريات الفلسفية وقتذاك لم تأخذ شكلًا أو هندامًا حسابيًّا إلا بعد أن نضجت واستقرت مع المحاولة الجريئة التي دشن بها بطليموس الفيزياء الفلكية بمعادلات رياضية تصف بنية الكون والنظام الهندسي للكواكب، وذلك بالاستناد إلى نظريته بشأن مركزية الأرض (والمقصود بها أن الأرض هي مركز الكون)[30]، من خلال كتابٍ أسماه **المجموع الرياضي الأكبر** أو **المجسطي** باليونانية، وقد حافظ العرب على تسميته **الأكبر** للتدليل على الكتاب ككل[31].

---

(30) Germaine Aujac, *Claude Ptolémée, astronome, astrologue, géographe: Connaissance et représentation du monde habité* (Paris: CTHS, 1993), p. 212.

(31) يُنظر: جورج سارتون، **العلم القديم والمدنية الحديثة**، ترجمة عبد الحميد صبره (القاهرة: المركز القومي للترجمة، 1960)، ص 96؛ يفوت، ص 17-18.

نستوحي من الكتاب الأثر الدامغ للثقافة اليونانية، التي بسطت هيمنتها على العالم القديم، فأثّرت فيه على نحوٍ بات يسمح لنا بعقد مقارنة معيارية بين علم ما قبل الإغريق وفلسفة ما قبل الإغريق وعلم ما بعد الإغريق وفلسفة ما بعد الإغريق.

فالتأثير الحضاري للثقافة اليونانية لم يقتصر على مجال دون آخر، وإن خفَتَ في ما بعد على صعيد الفلسفة ليتعاظم في مجالات أخرى، خصوصًا في علم الفلك، الذي دخل عالم الرياضيات(32) ليشكل بذلك المنعطف الأول للفيزياء الفلكية، التي تحولت إلى أعدادٍ ورموزٍ رياضية بعد أن كانت مجرد وصفٍ كيفي يطاول الأجسام بسكناتها وحركاتها، في وقتٍ كان العلم قد غادر المرحلة الهلينية ليدخل مرحلة الثقافة الهلينستية(33). لذلك، كان من الضروري أن نذكر كيفية تأثُّر العلم الفيزيائي بالمرحلة اليونانية، خصوصًا بالفلسفة الأفلاطونية.

1. الأساس الأفلاطوني لنظام الكون عند بطليموس

وسّع أفلاطون، قبل أرسطو، مفهومه لنظام العالم من معلّمه سقراط، الذي اعتبر أن لا بدَّ من أن تكون كل معرفةٍ فلسفيةً، ويجب أن تكون كل معرفة فلسفيةٍ بالضرورة معرفةً للوجود. بعبارة أخرى، معرفة ما يوجد من خلال التأمّل والحساب والمقارنة في الانطباعات، الأمر الذي يؤدي إلى معرفة الوجود والحقيقة(34)، وذلك ما قاد إلى النتيجة المباشرة التي استحوذت على كلٍّ من أفلاطون وأرسطو في اعتبارهم "أن الواقع له بنية عقلية يمكن معرفتها ما دام 'ما يوجد كليّةً يُعرف كليةً'"(35).

---

(32) William Joseph Tucker, *L'astrologie de ptolémée*, Janine Reigner (trad.) (Paris: Payot, 1981), chp. 7: "La configuration planétaire," pp. 62-63.

(33) المرحلة العلمية الهلينية هي مرحلة كيفية، أي تهتم بتقديم أوصاف للأشياء وإبراز خصائصها الكيفية. أما المرحلة الهلنستية في العلم، فهي المرحلة التي بدأ فيها العلم ينسلخ عن الفلسفة، حيث أعطى أهمية كبيرة للرياضيات وللتعبير العددي الكمي.

(34) أفلاطون، ص 216-217.

(35) لاكوف وجونسون، ص 487.

كان الوجود مع أفلاطون هو العالَم الذي تتموقع فيه الأشياء الموجودة، أما عالَم الصيرورة، فهو نطاق فضاء الاستعارة، حيث تتموقع الموجودات استعاريًّا، من عالم المُثُل، فالاستعارة تمثّل الأشياء التي هي في طور المجيء إلى الوجود. والصيرورة هي، تبعًا لهذه الاستعارة، انتقال من اللاوجود إلى الوجود، ولكن ليس بالمعنى الذي نفسر فيه اللاوجود بأنه عدم، فهذا الأمر متصل بدرجات المعرفة التي لن توصِل إلى كُنْه الموجود هناك، في عالم المُثُل قبل أن يوجد، إلا لقلة من النجباء المنتخَبين: "تبعًا لاستعارة درجات الوجود، هذه الأشياء التي نعرفها أفضل هي الأكثر واقعية ... إن الأفكار التي تحضر بشكل مباشر في الذهن لها واقعية أكبر من الموضوعات نفسها، والتي ليس لها ذلك. وتقتضي هذه الاستعارات مجتمعةً سلّميةً للواقعية، حيث الأفكار أعلى درجات الواقعية، أي الأكثر وجودًا، تليها الموضوعات الفيزيائية، والصور والظلال وانعكاسات الموضوعات أو الأشياء، وهي التي لها أدنى درجة من الوجود"[36].

حاول بطليموس أن يبدع نظامًا فلكيًّا متماسكًا، وذلك لتفسير ما عجز عنه كلٌّ من أفلاطون وأرسطو، مستفيدًا من الحيّز الاحتسابي في المنطق الأرسطي، ومتكلًا على الافتراض المثالي في مبادئ أفلاطون التي اعتبرت أن واقعية الموضوعات الفيزيائية هي في المتناول، ما دامت أكثر واقعية من الأشياء وصورها، ما يُتيح لنا إدراكها بسهولة أكبر من إدراك الصور الحسية (من مثل إن فكرة الشجرة أثبت وأرسخ من الشجرة نفسها). وذلك هو حال النظام الفلكي الذي يُحاكي انتظام أفكارنا بأكثر مما يُحاكي الأشياء المادية الصائرة والمتبدلة أبدًا.

2. نظام الكون في فيزياء بطليموس

يستند نظام الكون عند بطليموس إلى نظام أرسطو، إذ إنه حافظ على الإرث الفلكي الأرسطي في ما يتعلق بمركزية الأرض وسكونها وبشكلها الدائري[37]، عندما قال إن الأرض تبدو كروية الشكل، وقدّم حججًا بسيطة لدعم هذه الفكرة: "تُبين الملاحظة أن الشمس والقمر والنجوم لا تظهر وتغيب بالتزامن، بالنسبة إلى

(36) المرجع نفسه، ص 488-489.

(37) Aujac, p. 217.

كل سكان الأرض، إذ تظهر في الشرق باكرًا وتتأخر بالنسبة إلى الغرب... ومن الطبيعي أن نفترض أن سطح الأرض كروي، لأن هناك انحناءً [...] للأرض في جميع أنحائها، ما يجعل الإدراك يلحظها على التوالي، وإذا لم يكن شكل الأرض كرويًا، لَما حدثت هذه الظواهر"[38].

اجتهد بطليموس للخروج من ميتافيزيقا الفيزياء الأرسطية، فقدّم نموذجًا رياضيًّا لوصف الكون، لكنه ليس وصفًا حقيقيًّا له، إذ وصف حركات الكواكب من منطلق المدارات، بحيث تكون "حركة أي كوكب ... دارت في دوائر كاملة صغيرة حول نقطة دارت هي الأخرى في دائرة كاملة كبيرة حول الأرض"[39].

ويقال إنه اقترح دوائر الإسناد وأفلاك التدوير للرد على تصور أرسطو، القائل بأن المدارات التي ترسمها الكواكب حول الأرض هي دائرية منتظمة، باعتبار الدائرة أكمل الأشكال الهندسية[40]، فمع اعتباره أن الأرض هي مركز الكون[41]، رأى أن النظام المرجعي لحركة الكواكب هو مدار دائري أو دائرة الإسناد، وهو المدار الذي يتحرك في إطاره هذا الكوكب من الشرق إلى الغرب، وأن الكوكب يقطع مدارًا دائريًّا ولكن ليس بحركة مستقيمة متواصلة، وإنما يرسم دوائر صغرى متصلة الحلقات، تلتقي بدايتها بنهايتها، وهذه الدوائر متوازية[42]، فالفرق بين نظامه ونظام أرسطو هو أن الكوكب في نظام أرسطو يبقى في إطار دائري لا يتغير[43].

إلا أنه لم يستطِع الخروج عن التقليد السائد والمتحدر من فيزياء أرسطو، عندما قال بأن حركات الكواكب والأجرام يجب أن تُفسر بحركاتها الطبيعية (أي الدائرية)، والسبب في ذلك يعود إلى أن تلك الكواكب والأجرام أزلية، لا بداية لحركتها ولا نهاية[44].

---

(38) Ibid., p. 210.

(39) جون غريبين، **تاريخ العلم** (1543–2001)، ترجمة شوقي جلال، سلسلة عالم المعرفة 390 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2012)، ج 1، ص 27.

(40) يفوت، ص 19.

(41) Aujac, p. 212.

(42) Ibid., p. 205.

(43) يفوت، ص 19.

(44) المرجع نفسه، ص 20.

لذلك، نستطيع القول بأن الالتباس الناجم عن حدة التشابه بين نظامَي أرسطو وبطليموس في الفيزياء الفلكية، يعود إلى انتماء كلٍّ من الفيلسوف والعالِم إلى المبادئ الميتافيزيقية نفسها، التي أضفت على العلّة الأولى هالة عظمى تتحكم في حركات الأجرام السماوية[45].

إن أهمية بطليموس في هذا الصدد لا تقتصر على النظر في حركة الكواكب نظرةً علمية مستندة إلى معطيات يسيرة، حيال ما هو أوسع من مدى النظر البدائي الذي يفتقر إلى الشروط التقنية التي جعلتنا اليوم نكتشف ما كان يُشكل لغزًا عصيًّا في ما مضى، ولا على تصويبه الخطأ الناجم عن استيهامات النظر إلى نجوم تبدو لنا ثابتة[46]؛ فكل هذه المسائل جرى تثمينها، ما جعل بطليموس مؤسسًا ورائدًا في علم الفلك، بل جامعًا حصيفًا بين حاجة الفلسفة لاستبيان حيّز الفيزياء الميتافيزيقي وضرورتها العلمية المتمثلة في حسابات العلم الرياضي نفسه. وهذه محاولة تُحتسب له، رغم أنه عجز عن الخروج من الخطأ المحوري المتمثّل في اقتناعه المغلوط بشأن نظريته في مركزية الأرض التي نُسفت بعد استمرارها أربعة عشر قرنًا، بفضل الثائر الفيزيائي الآخر، كوبرنيكوس، فكلما تصالحت العلوم الفيزيائية مع الفلسفة، تخاصمت مع الدين الذي يُعرقل بطبيعة أحكامه المبرمة المسار التصاعدي للعلم الذي لا يولي اعتبارًا لغير استكشافاته الجديدة.

ثالثًا: فيزياء كوبرنيكوس
انقلاب شكلي على فيزياء أرسطو وبطليموس

إن العلاقة الجدلية لصيرورة العلم منذ ما قبل الإغريق، تفسر لنا تخطّي كوبرنيكوس سلفه بطليموس كما تخطى بطليموس أرسطو في المسار الفيزيائي، مع فرْق يسجَّل لمصلحة اكتشافاته ونظرياته، التي يمكن أن تقترن بها بداية الثورات العلمية.

(45) اعتمدت الكنيسة المسيحية الكون الأرسطي والبطليموسي، ليصبح عقيدةً شبه رسمية لرجال الإكليروس بعد القرن العاشر الميلادي. كان ذلك قبل أن يضطر آباء الكنيسة الى التخلي عن الدليل الأرسطي القائل بالاستحالة المطلقة لوجود الفراغ، لأن في ذلك الاعتبار حدًّا لقدرة الله الواسعة واللامتناهية، والتي لا تنسجم مطلقًا مع اعتقاد أرسطو بقِدَم العالم.

(46) Tucker, p. 53.

يتجلى منجز كوبرنيكوس المحوري في استكشافه الثوري والجريء لحظة غيّر فيها مركز الكون في الفيزياء البطليمية، وكان يتمثّل في الأرض، ليعيد هذه الأخيرة إلى موضعها ضمن الكواكب الأخرى، ويضع الشمس مكانها، ويغيّر الأساس الإبستيمولوجي لنظرية الجاذبية برمّتها؛ فبعد أن كانت الجاذبية، بالنسبة إلى علم الفلك السابق له، وبالنسبة إلى الفيزياء السائدة، ميلًا طبيعيًّا في الأجسام إلى مركز الأرض، استبدل هذا المفهوم بالجاذبية الجزئية الخاصة بكل كوكب من الكواكب، بحيث إن "الجاذبية الكونية لم تعُدْ عبارة عن كلٍّ موحّد وإنما عن مجموع جاذبيات خاصة"[47].

إلا أن ذلك المنجز لم يكن وليد التجارب العلمية التي تستند إلى وسائل الرصد والمراقبة التي يجب أن تترافق مع أي استكشاف فيزيائي، وإنما كان وليد فكرة محض أو ما يمكن أن نسميه اليوم تجربة فكرية خالصة، أسفرت عن وضع منظومة هندسية للكون أكثر أناقة ودقة من منظومة بطليموس، التي "تعرضت للكثير من الانتقادات بسبب تعقيدها المفرط"[48].

كانت هذه الخطوة النقلة الحاسمة التي قلبت موازين الكون، ومعها موازين الفيزياء الفلكية، فبعد أن أحلَّ كوبرنيكوس الشمس مكان الأرض، قام بتوحيد القوانين الأرضية والسماوية التي كانت متمايزة وفقًا للفيزياء الأرسطية، حيث كانت قوانين عالم ما فوق القمر مغايرة لقوانين عالم ما تحت القمر، علاوة على أن العالم الأرضي، أو عالم الكون والفساد، يختلف بطبيعته عن عالم الثبات أو العالم السماوي، وبالتالي فإن القوانين الفيزيائية التي تأسست على تأويل ميتافيزيقي سوف تتغير من حيث الشكل لا من حيث المضمون، فكوبرنيكوس لم يتخلص من المبدأ الميتافيزيقي الذي آمن به أرسطو، والقائل بأن الله لا يخلق

---

(47) Alexandre Koyré, *Etudes newtoniennes*, Avertissement d'Yvon Belaval (trad.) (Paris: Gallimard, 1968), p. 210.

(48) غريبين، ص 28. يعتبر غريبين في المرجع نفسه، ص 25، أن منظومة بطليموس تفتقد الدقة والأناقة اللتين تتصف بهما منظومة كوبرنيكوس الفلكية، لكنه يناقض نفسه عندما يقول بأن منظومة بطليموس ترتكز على فكرة مؤداها أنه لا بد للأجرام السماوية من أن تتحرك في دوائر كاملة لأن الدوائر تتصف بالكمال. المرجع نفسه، ص 26. فإذا أراد بطليموس أن يؤسس منظومة حركة الكواكب والأجرام على هيئة دوائر لأن الدائرة هي أكثر الأشكال كمالًا، أي أكثر أناقة، فذلك يعني أن نظامه لا يخلو من الأناقة.

شيئًا إلا على أحسن صورة وفي نظام هندسي بديع، إذ قال: "الجاذبية ليس إلا رغبة طبيعية زرعتها العناية الإلهية للخالق في كل الأشياء، لكي تنتظم في شكلٍ كلي وتتحد فيه على هيئة دوائر. من الواضح أن ذلك الانتظام يوجد في الشمس والقمر وكل الكواكب المضيئة، وبفضله تبقى ضمن دائريتها التي تجعلها مرئية ولكن بأفضل المسالك الدائرية"(49).

لم يستطع كوبرنيكوس وضع قوانين جديدة لحركة الأجسام الأرضية. وبالتالي لم ينجح في تفسير الأسباب الكامنة وراء تلك الحركة؛ فهو افترض أن الهواء المحيط بالأرض يدور معها، وبأنه السبب المحرك للأجسام الأرضية، ما يعني أن الأجسام الموجودة على الأرض تخضع لحركة الأرض والهواء المشتركة(50).

هذه المغالطة العلمية تُعَدّ عرضية قياسًا بجوهر الانقلاب المعرفي الذي أضاف تراكمًا كميًّا إلى ترسانة المعرفة الفيزيائية بشأن أصل العالم. فقد رأينا مع بطليموس محاولةً لملاءمة النظام الفلكي الأرسطي مع الملاحظات الحسية، حيث جرى "افتراض الكثير من المفاهيم لإنقاذ الظواهر الحسية، مثل افتراض أفلاك التدوير، وأن الأرض بعيدة قليلًا عن مركز الكون، واعتبار أن حركة الكوكب في مساره الدائري لا تكون منتظمة إلا بالنسبة إلى ملاحظ موجود عند نقطة خارج المركز"(51)، وغير هذه الاعتبارات... إلا أن كوبرنيكوس آمن بضرورة تنسيق عملانية بين الفلك والرياضيات، على اعتبار أن الفيزياء البطليمية تفتقر إلى "الدقة في حساب مواقع الأفلاك"، وهو افتقار ناجم عن "عدم تطابق الملاحظات الحسية مع نتائج الحساب الفلكي"(52).

من هنا، يمكن القول إن محاولة كوبرنيكوس الانقلاب على الميتافيزيقا الأرسطية، التي لم تنجح، لا تقلل من شأن انقلابه الذي فرض على من أتى بعده إعادةَ النظر لا في النظريات الفيزيائية التي بنت نفسها اطراديًّا على خطأ محورية

(49) Koyré, *Etudes newtoniennes*, p. 110.

(50) يفوت، ص 39.

(51) محمد عابد الجابري، **مدخل إلى فلسفة العلوم: العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي**، ط 8 (بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، 2014)، ص 244.

(52) يفوت، ص 30.

الأرض فحسب، بل أيضًا بالفلسفات التي تبدل منحاها، مع تبدل نظرة الإنسان إلى موقعه من الوجود ككائن أنطولوجي لا يقل شأنًا عن موجودات العالم.

لذا، قد لا يُعتد بهذا الاكتشاف قياسًا بظروف عصرنا الراهنة، على اعتبار أن كوبرنيكوس "تماثل بطريقة أو بأخرى مع فلاسفة الإغريق القدامى"[53]. لكن قيمته مستمدة من فعل تزخيمه تحولًا تاريخيًّا فائق الأهمية، إذا ما نظرنا إليه نظرةً استرجاعية على نحوٍ يسمح لنا بعقد مقارنة بين الفيزياء التي تجاهد للاستقلال عن الميتافيزيقا، والفلسفة التي لا تزال تسعى إلى الإمساك بناصية المعرفة والحقيقة، لنقيس من خلالها نسبية أينشتاين وتأثيرها في الأطروحات الفلسفية التي تبدل منحاها: من الحلول المبرمة والنتائج النهائية للعلم، إلى رتوق بحلول جزئية لفتوق علمية من المقدَّر حصولها دائمًا وأبدًا.

لا نستطيع أن نؤكد الأسباب التي حدت بكوبرنيكوس إلى تجديد الفيزياء الفلكية البطليمية، فعلى الرغم من طابعها العلمي، فإنها ذات وجهٍ فلسفي يتمثل في إرادته خلقَ نموذجٍ للكون "يجد فيه كل شيء يتحرك حول مركزٍ واحد بمعدل غير متغير، وأراد ذلك لأسباب جمالية"[54]، ما يفسر عودة كوبرنيكوس إلى أسس الفيزياء الأرسطية التي ترتكز على مسألة الانسجام بين الواقع والعقل من خلال احتفاظه بالحركات المنتظمة واقعيًّا، من أجل إزالة التناقض القائم على مبدأ تجانس الحركات الفلكية[55]، الذي ارتكزت عليه فيزياء بطليموس، الأمر الذي يعني أن الفيزياء التي تعتد بنفسها، لابتعادها عن الأساس الميتافيزيقي للفلسفة، لا تلبث أن تعود بنفسها إلى هذا الأساس، عندما تعجز عن إيجاد تفسيرات علمية مقبولة، وهو ما يجعل من أي مسألة علمية عرضة لنقاشاتٍ وسجالات تنطوي على كمٍّ كبير من الافتراضات التي ستغدو غير علمية، حينما يكتشف العلم في وقت لاحق سهوًا من شأنه أن يبدل أساس النظرية الفيزيائية ويقلبها رأسًا على عقب، وهذا ما سنجده في نظريات الفيزياء الحديثة في ما يتعلق بأصل الكون، وهي التي انبنت على افتراضات كان أقربها إلى الصحة نظرية "الانفجار الكوني الكبير" (Big Bang).

(53) غريبين، ص 25. ويذكر غريبين الفكرة نفسها في: المرجع نفسه، ص 32.
(54) المرجع نفسه، ص 32.
(55) يفوت، ص 33.

لقد أخرج كوبرنيكوس العالَمَ الفيزيائي من نطاق الخطأ البصري في تحديد حركة الكواكب، ليدخل في نظام حسابي مبني على قواعد منطقية ثابتة، وذلك ليبدد الغموض الذي لفّ نظريات بطليموس، التي تغلفت بتعقيدات ناجمة عن محاولته الملاءمة بين النظام الفلكي الأرسطي مع الملاحظات الحسية، واسترسل في تفسيره حركة الكواكب انطلاقًا من اقتناع صحيح بخطأ الاعتماد على النظر العيني. لكن صحة هذا الأمر لا تبرر خطأ تفسير المسار الدائري لكل كوكب على حدة، وبذلك نقض قاعدة التفسير إلى أن صار لكل كوكب حركة مغايرة للكوكب الآخر.

إلا أن كوبرنيكوس لم يخرج من العباءة المعرفية التي تلحّف بها بطليموس، نظرًا إلى هيمنة التفسير الأرسطي على المسطح المعرفي الذي استولد عباقرة ومفكرين انتموا، على اختلاف آرائهم، إلى الهوية الميتافيزيقية المؤمنة بنهائية الكون أو بمحدوديته؛ فأرسطو وبطليموس وكوبرنيكوس آمنوا بمحدودية الكون، وإلا ما كانوا ليشرعوا في وضع مبادئ وقوانين لتفسير نظام الكون لا في البحث عن أصل مادته.

لذلك، يُعد التنقيب عن الأسباب التي حالت دون وصول كوبرنيكوس إلى نتيجة منطقية متماسكة لا يشوبها تناقض ولا يعتريها عثرات، كمن يبحث عن علّة إخفاق أفلاطون في اكتشاف الإنترنت؛ فالتقييم المعرفي لأي عالِم أو فيلسوف يعتمد حتمًا على تاريخية النظر لإنجاز هذا أو ذاك، حتى إذا ما حاول الخروج من إطار التفسيرات الأرسطية لمبدأ الحركة، وقع في فخ التناقض؛ ففي المنظور الأرسطي، ليس في إمكان الأرض أن تتحرك إلا بتأثير دافع خارجي قوي، بينما فسَّر كوبرنيكوس الحركة من خلال "تصوره لوجود قوة مشعة صادرة عن الشمس، تحرك الأرض والكواكب الأخرى... وبهذا لم يستطع أن يحل المشكلة الناجمة عن اعتباره أن الأرض تدور حول محورها وحول الشمس لأنها دائرية، فهذه الحجة تنطبق على الشمس لأنها هي الأخرى ذات شكل كروي، فما الذي يمنعها من الدوران حول نفسها في مدار دائري"[56]. وقس على ذلك تناقضات

(56) المرجع نفسه، ص 40.

تأتّت من تمرد كوبرنيكوس على النظام الأرسطي-البطليمي القائم على ثبات الأرض في مركز الكون، عبر مساهمة أدت، بالضرورة إلى زعزعة بنيان النظام بكامله، وإن لم تستطع تقويض ذلك النظام، الذي استمد بنيانُه استمراريتَه من الخطأ الكامن في تماسكه المنطقي، ولذا يجب تثمين أي خروج عن هذا البنيان ولو عبر إضافة غير منطقية من شأنها أن تخلخل المنطق المُحكم لنظريات أرسطو وبطليموس الفيزيائية.

إن محاولة كوبرنيكوس تكييف نظامه الفلكي مع نظامَي أرسطو وبطليموس لن تكون منسجمة مع الفيزياء التي تتوق إلى بناء كلي متماسك لا تناقض فيه بين الفرضيات والوقائع. وما يهمنا هنا إذًا هو المترتبات السيكولوجية لاكتشاف كوبرنيكوس الفيزيائي، وهي التي تحتِّم، وإن تأخر تأثيرها، أن تكون قد ساهمت في تغيير وجهة السؤال الفلسفي، ليغدو الإنسان ما بعد كوبرنيكوس أكثر تواضعًا واتساقًا مع واقع الاعتراف بأنه لا يحتكر في وجوده موجودات الكون، على اعتبار أن الأرض التي يسكنها خاضعة في حركتها للقوانين نفسها التي تسيّر أجرام السماء كافة.

رابعًا: فيزياء كِبلر، إعادة إحياء للتفكير الميتافيزيقي

إذا كان علم الفيزياء يخضع في تطوره لقانون جدلي، أو بالأحرى لآلية المنهج الجدلي القائم على العلاقة التجاذبية أو التأثيرية المتبادلة بين السابق واللاحق، فإن من الممكن أن يحتل كِبلر حيّزًا ظرفيًّا في سياق الدفق الأبدي لصيرورة العلم الآخذ في التقدم، ولكن ليس في اتجاهٍ واحدٍ إلى الأمام، وإنما في قفزات اطرادية تتخللها بعض القفزات إلى الوراء، تمامًا كما حصل مع فيزيائه الفلكية؛ فتصاعدية العلم ناتجة من فعلٍ تجاوزي يتخطى فيه الشيء القائم من دون أن يمحوه، لأن ثمة من يتربص ليعود ويلجأ إليه بغية تصويب القديم، كملاذ للهروب من استعصاء مشكلة على حل منطقي أو إجراء عملاني.

بهذا المعنى، قد يُشكل كِبلر الظرف السلبي في السياق الجدلي لعلم الفيزياء، عندما أحيا جذوة الميتافيزيقيا الأرسطية-الفيثاغورية بطريقة لافتة، في مواجهة الجنوح التجريبي الذي مثّل طرفه الإيجابي غاليلي المتمرد على المنطق

الأرسطي، على الرغم من أنه لم يستطع أن يتجاوز المناخ الميتافيزيقي الذي بسطه أرسطو على الفكر العلمي بشكل كبير[57].

1. مفهوم الجاذبية في فيزياء كِبلر

خالف كِبلر اعتقاد سلفه كوبرنيكوس بأن الشمس تحرك الكواكب كلها، إذ اعتبر أن الانجذاب لا يتم إلا بين الأشياء المتشابهة أو المنتمية إلى طبيعة واحدة، إيمانًا منه بأن الشبيه يحنُّ إلى الشبيه[58]. وقال بأن الأرض والقمر يتجاذبان، لكن الأرض لا تجذب الكواكب الأخرى ولا تنجذب نحوها، كما أن الكواكب لا تمارس تأثيرًا في ما بينها إلا لأنها ليست من طبيعة واحدة[59]. وألغى فكرة الجاذبية الكونية التي اعتبرها كوبرنيكوس متمثلة في الشمس، على اعتبار أنها تمنح سائر الكواكب قوة ما، وهو ما يجعلها مسؤولة عن حركة هذه الكواكب، لكنه حافظ على طبيعة الجاذبية التي تماثل في عملها قوة الجذب المغناطيسية[60].

أخرج كِبلر الشمس من نطاق نظامها الجرمي، ليحولها من معلول بعلّة مفارقة للمادة مع أرسطو إلى علّة قائمة بذاتها، وهي قوة محركة للكون بأسره؛ فموجودات الكون كلها استمدت أسباب حياتها من إشعاعها الذي صار يمثل روح العالم. وبهذا المعنى، لم يغير كِبلر من السبك المنطقي في نظرية أرسطو، إنما غيّر مراكز التأثير فيها، فاحتلت الشمس المحرك الأول، وشغلت وظيفته، حتى باتت موجودات الكون كلها مشدودة إلى مركز الانجذاب الكوني، بدافع القوة المغناطيسية للشمس لا بدافع التوق إلى الكمال، وهذا ما يتعارض مع

---

(57) يتفق كِبلر مع غاليلي في اعتباره أن الله كان رياضيًّا عندما خلق العالم، لذلك فإن التمكن من الرياضيات يعني إتقان اللغة التي تستطيع أن تكشف أسرار الصنعة والخلق.

(58) نجد هذه الفكرة عند ابن سينا الذي شرع إلى إثبات روحانية النفس وخلودها من خلال مبدأٍ استدلالي، مفرط في افتراضات بشأن أصل الكون، إذ اعتبر أن النفس هي روحانية لأنها تدرك شبيهًا من طبيعتها.

(59) Koyré, *Etudes Newtoniennes*, p. 211.

(60) Ibid;

ويقارن:

Alexandre Koyré, *La gravitation universelle de Kepler à Newton* (Paris: Gallimard, 1951), pp. 638-653.

القول بأن كل جرمٍ سماوي يُقابل عقلًا منفصلًا غير (مادي)، ويتحرك بقوة الشوق أو التوق التي تفيض من نفسه. أما موضوع هذا الشوق أو التوق، فهو الكائن الأفضل والأكثر نبلًا، والذي هو في التحليل النهائي المحرك الأقصى للكون[61]، ويسمّيه أرسطو المحرك الذي لا يتحرك.

إن محاولة كِبلر هنا لم تتخلص من هيمنة الفكر الأرسطي الذي أفضى تأمله في الفضاء الواسع إلى ابتداع افتراضات منطقية، كانت على درجة من الإحكام والتماسك، جعلتها تهيمن على فكر جميع الذين عجزوا عن الإتيان بأفضل من النظريات الأرسطية المسبوكة بقالب عقلي متكامل، لا يمكن دحضه إلا بالتجريب الذي كان لا يزال يفتقر إلى شروط التحقيق الموضوعية.

من هنا، نجد أن كِبلر لم يحِد قيد أنملة عن المدماك الفلسفي الإغريقي، الذي بنى جُلَّ تفكيره على المبدأ الذي حكم على ماهية الإنسان ككائن أنطولوجي، بأنها مشطورة بين طبيعتين، الأولى مادية والأخرى روحية، فالمادة زائلة والروح أبدية.

في هذا السياق، من الطبيعي أن تبقى فيزياء كِبلر الفلكية داخل عباءة الميتافيزيقيا، على الرغم من محاولاته المتكررة لتطبيق المعادلات الرياضية على حركات الكواكب والأفلاك؛ فالشمس عنده مركز الكون الذي يقيم التوازن والانسجام الكوني، وينعكس هذا التناسب في كون الكواكب البعيدة عن الشمس تتحرك حركة بطيئة، أما الكواكب القريبة منها، فتتحرك حركة سريعة. ومرد ذلك إلى أن الشمس تمنح الكواكب القريبة منها قوة كبيرة تجعلها تتحرك، بينما لا تصل قوتها كما هي إلى الكواكب البعيدة عنها، ما يجعلها تتحرك ببطء[62].

2. الاعتبارات المنطقية في منظومة كِبلر الفلكية

في الاتجاه المقابل لِما تقدَّم، نجد أنه حالما توافرت تقنيات متطورة أمام وعيٍ حضاريٍ مجاوز لميتافيزيقيا الدين، بالمعنى الذي أُنجر فيه فصل العلم

(61) محمد بن أحمد ابن رشد، **في جوهر الأجرام السماوية**، نقله إلى العربية عماد نبيل (بيروت: دار الفارابي، 2011)، ص 26.
(62) يفوت، ص 54.

عن الدين، بدأنا نشهد إرهاصات لتهافت العمارة النظرية للفيزياء الأرسطية. وعلى الرغم من أن كِبلر لم يخرج من العباءة الأرسطية في فيزيائه، فإنه حاول أن يتخلص من تأويله لأرسطو، وهو شيء يتفق مع إيمانه المسيحي بأن الأجرام السماوية مفارقة للمادة، فهي - كما اعتقد ابن رشد "الأرسطي" - أجسام حية ومتحركة بواسطة النفس، بما أنها "أزلية وغير قابلة للتوقف، وغير قابلة لا للكون ولا للفساد ... فحركتها الدورية والأبدية تحدث بواسطة العقل الذي هو مشابه لعقل الإنسان"[63]؛ فالنفس المفارقة للمادة تحرك أجرامًا من طبيعتها. ومن غير المعقول، وفق هذا الاستدلال المنطقي، أن تتحرك الأجرام المادية بدوافع لامادية؛ ذلك أن الأساس البنائي قائمٌ على افتراض ما ترتب على هذا النوع من التفسير من استنتاجاتٍ منطقية في الذهن، لا في الواقع.

إن البُعد الميتافيزيقي لا يتجلى في اعتبار كِبلر أن المسافة هي معيار أساسي في تحديد تأثير قوة الشمس في الكواكب والنجوم، فهذا معيارٌ فيزيائي بامتياز، وإنما ينعكس ذلك البُعد في اعتباره أن الشمس هي مصدر الحياة والحركة وروح العالَم. لذا يضع نشاطَ الشمس في المركز الأول، حيث لا يُضاهيه أي نشاطٍ آخر مهما يكن عظيمًا، "فعظمة مظهرها وضخامة شكلها وفعالية قوة نورها، تفوق على ما يمكن تصوره"[64]، فالقوة المحركة للكون هي، في رأيه، تلك الصادرة عن روحه المتجسدة في الشمس.

3. الأسباب الفيزيقية والأسباب الميتافيزيقية لعلّة الحركة في فيزياء كِبلر

يُشكل لجوء كِبلر إلى مبدأ الدافعية[65] أساس تفسيره انتظام الأجرام السماوية حول قرص الشمس، كمحورٍ جاذبٍ لاندفاع موجودات الكون نحو تلك القوة المفارقة، التي خلقها الله في هذه الكتلة الحرارية الضخمة، والتي يعجز العقل

(63) ابن رشد، ص 26.

(64) يفوت، ص 54.

(65) يشكل مبدأ الدافعية حجةً غير مقنعة لسبب الحركة، فلذلك يقدم كِبلر الدليل الصوفي عليه؛ فالأجسام تتحرك لسببين: إما بسبب قوة الاندفاع، وإما بسبب وجود قوة كونية، والحجة الأخيرة هي الأقوى.

عن إدراك كنه وجودها، ما لم نؤمن بأن لله غايات عصية على العقل الإنساني القائم على ربط الأسباب بمسبباتها المنطقية.

يتقاطع ذلك مع ما يُسميه ديفيد هيوم مبدأ الاقتران؛ "فظهور السبب يقود الذهن دائمًا، بانتقالٍ معتاد إلى فكرة الأثر، ولدينا خبرة بذلك أيضًا. وعليه يمكننا، تبعًا لهذه الخبرة، أن نعطيَ تعريفًا للسبب وندعوه الشيء المتبوع بآخَر، والذي ظهوره يقود الفكر دائمًا إلى الآخَر"[66].

إن الارتكاز على قوة الاندفاع أو الدافعية، بحسبها قدرة فائقة توجه أجرام الكون وتحدد قدرتها عند كِبلر، يوازي في وظيفته قوة الشوق أو التوق، أو سمّها ما شئت، مع أرسطو الذي عوّدنا على اللجوء إلى مثل هذا النوع من التفسير كلما اصطدمنا بحائط مسدود، لا يمكن الاستدلال على ما افترض وجوده بالمنطق إلا عبر ما يُسمى بالقدرة التي تمثل الوجه الآخَر لفكرةٍ ما، فلكليهما وجود نسبي يُستبان من خلال الأثر، وبالتالي "فإن الأثر، وبموافقة جميع الفلاسفة، مقياس القدرة. لكن لو كانت لديهم فكرة عن القدرة، كما هي في ذاتها، فلماذا إذن لم يستطيعوا قياسها في ذاتها؟ وعليه، فالاستعمال المتواتر لألفاظ القوة والقدرة والطاقة وغيرها... التي تزخر بها المحادثة العادية الفلسفية، لا يُشكل دليلًا على أننا نعرف، في حالةٍ من الحالات، مبدأ الاقتران بين السبب والأثر[67].

بناءً على تعرية هيوم مصطلحات الفلاسفة ومقولات المتفلسفين، يجوز لنا بمعنًى من المعاني، أن نفهم كِبلر باعتباره منتميًا إلى روح عصرٍ مفعم بإطلاقات معرفية مَنَعته، كغيره من علماء القرون الوسطى، من الخروج والتمرد على نطاق التفسيرات العلمية المهيمنة على زمنه، خصوصًا أن مخارج جانبية توافرت أمامه، بعد إذ شكلتها عُدّة فلسفية كافية لإنقاذه من حرج الجهل بالشيء الذي يتعذر إدراكه بموجب تجربة علمية صافية.

---

(66) ديفيد هيوم، **مبحث في الفاهمة البشرية**، ترجمة موسى وهبة (بيروت: دار الفارابي، 2008)، ص 111.

(67) المرجع نفسه، ص 112.

لذلك، من الطبيعي أن يتراجع كِبلر عن تفسيره سبب الاندفاع في الأجرام السماوية، وهو اندفاع يخفت بالتدريج عندما تنبعث فيه قوة يتحرك بها. وهو عدل عن السبب الآنف الذكر، ولجأ إلى الدليل الصوفي الميتافيزيقي، ومفاده أن في الكواكب والشمس روحًا تمنحها القدرة على الحركة الدائرية الدائمة التي لا تتوقف. "فإذا كانت تلك الروح هي علّة حركة الشمس والكواكب، فإن إشكالية فلسفية ستطرح نفسها: ما هي تلك الروح؟ وعلى أي أساس يتمحور حولها؟ ميكانيزم تلك الروح على الأشياء هو تأثير مغناطيسي"[68].

بهذا المعنى، يمكننا القول إن كِبلر لاذ إلى التفسير الفلسفي الموغل في اعتماده على افتراضات نظرية بحتة، بعد أن عجز عن ملاءمة المرصود للّامرصود عبر نظرية علمية متماسكة. وقد يحيله إلى شيء هلامي، ليستحيل فكرةً مجردة لا يستوجب تأكيدها للتدليل على ما ندل فيه إلى خواص وعناصر الحقيقة العلمية التي لها زمان ومكان محدَّدين. فالحقيقة التي يمكن رصد كيفيتها ونوعيتها بطريقة واضحة لا تمتّ إلى ما يحمله مصطلح القدرة من تفسيرات متناقضة شتى. كما أن القدرة فكرة مجردة تنطوي على إمكانات ميتافيزيقية قد تصل إلى أن نردّ إليها علّة جهلنا بكل الكيفيات وبكل الوضعيات العصيّة على الإدراك التجريبي.

لقد سهّل كِبلر على نفسه تلك المسألة العلمية الشائكة التي ينطوي عليها هذا الاتساع الرهيب للكون، وهذا التنوع الفائق في موجوداته، عبر تبسيطه المعادلة التي تقول بأن الله خلق الشمس على نحو ما اكتشفناه فيها، شأنه في ذلك شأن كثير من الفلاسفة. نسوق ما يقوله هيوم لشرح هذه الفكرة: "هم يزعمون أن هذه الأشياء المسمّاة في العادة أسبابًا، ليست في الحقيقة سوى مناسبات، وأن المبدأ الحقيقي المباشر لكل أثر ليس قدرة أو قوة في الطبيعة، بل إرادة للكائن الأسمى الذي يريد لهذه الأشياء الجزئية أن تترافق بعضها مع بعض. وبدلًا من القول إن كرة البليارد تحرك كرةً أخرى بقوةٍ تصدر عن صانع الطبيعة، يقولون إن الله نفسه هو الذي حرك، بإرادة معيّنة، الكرة الثانية ويعينه لهذا العمل دفع الكرة الأولى، بنتيجة القوانين العامة التي فرضها على نفسه في حكمه للعالم"[69].

---

(68) يفوت، ص 57.

(69) هيوم، ص 103.

لقد نحا كِبلر إذًا منحًى فلسفيًّا في شروحاته الفيزيائية، لا بسبب طغيان الفكر الفلسفي على الأداء التجريبي للعلم آنذاك فحسب، وإنما لحاجته أيضًا إلى طيّ هذا التشتت الهائل في موجودات الكون الشاسع، وإلى جعله ينضوي وينتظم بطريقة منسجمة مع فهمه للأبعاد الكونية التي تختصرها العلاقة المحددة لبُعد الشمس عن الأرض، على اعتبار أن الشمس هي ظل الله المرئي، والأرض هي كوكب ذرية آدم المفضلة على العالم بالنطق والعقل، وبحملها للأمانة الإلهية(70).

لعل الباعث الرئيس الذي حدا بكِبلر إلى إعطاء الشمس هذه القوة على الجذب والطرد، هو رغبته في الاستغناء عن نظريات المحركات أو القوى المحركة الموجودة في كل كوكب، وذلك لكي تنفرد الشمس وحدها بالتحكم في الكون، ولتكون بمنأى عن كل ما من شأنه أن يحيلها إلى مجرد جرمٍ سالب متلقٍّ للتأثير. لذلك، فإن إعادة تفكير كِبلر بوضعية الشمس ودورها أمرٌ فرضه المقتضى النظري في بنائه لنظرية متماسكة ومحكمة، من شأنها تفسير تفلّت الحركة من دائرة الضبط والانجذاب إلى محور الشمس كأساسٍ منظم ثابت يؤثر في حركة الأجرام ولا يتأثر بها.

في هذا الرأي، يتجاوز كِبلر المنطق القائل بأن لكل جرمٍ روحًا أو عقلًا يحركه، وذلك من أجل أن يحيي في نظريته الفيزيائية روحًا توحيدية تناظر، أو الأحرى تماثل، الفعل التوحيدي للديانات السماوية التي ردت أصل العلل إلى علّة ربانية واحدة، لا شريك لها في الخلق والتكوين(71).

---

(70) يفوت، ص 58.

(71) يقول كويريه إن كِبلر أقام صرحه العلمي على ميتافيزيقا صوفية جعلت العالم تجليًا لله وللثالوث المسيحي؛ فهناك تناظر فيها بين الله-الآب والشمس، وبين الله-الابن والنجوم الثوابت، وبين الروح القدس والفضاء. إلا أن المبرر الذي يقدمه يفوت بشأن فكرة الكون اللامتناهي عند كِبلر مبرر غير مقنع بالنسبة إلينا؛ إذ يقول فيه: "على الرغم من اعتباراته الدينية التي ترى أن العالمَ صورةُ الله ورمزٌ لفكرة الثالوث المسيحي والأقانيم الثلاثة، إلا أن تلك الاعتبارات تمنعه من تصور الكون لامتناهيًا، لأن التطابق بين الخالق والمخلوق يتطلب التناهي، وبما أن الله يتصف بصفة الكمال الذي من سماته التناهي، ستكون صنعته كذلك، متصفة بالتناهي والكمال". قد لا نتفق هنا مع ما ذهب إليه يفوت، لأن الاعتبار الديني الموجود بقوة في عقل كِبلر قد فرض عليه الإقرار بتناهي الكون، ليس لأن العالم صورة الله، وليس لأن التطابق بين الخالق والمخلوق يتطلب التناهي، وإنما العكس من ذلك؛ إذ يقول المنطق الديني: لأن العالم مخلوق من الله، ولأنه لا يمكن للمتناهي أن يخلق لامتناهيًا، فالله وحده يحتكر صفة اللامتناهي كي يخلق العالم بالصورة المتناهية التي أرادها، ولعلّة لا يُدرك كنهها إلّاه.

4. أهم إنجاز فيزيائي لكِبلر

إن الإنجاز الأهم في منظومة كِبلر العلمية يحتاج إلى التطهير، أو بالأحرى إلى الاستخراج من أفاهيم نَفَسِه الميتافيزيقي الطاغي على منظومة معرفية، والتي أغرقت حسه العلمي في بحرٍ من التعميمات التي تتخللها نتوءات إبداعية على درجة كبيرة من الأهمية. لإيضاح ذلك الأمر، سنقف على ما تفرّد به في تحديده قطر الشمس هندسيًّا بالاستناد إلى حركتها الظاهرية: "فعلى الرغم من صعوبة اعتبار المقدار الظاهري لقطر الشمس هندسيًّا، إلا أن كِبلر اهتدى إلى أنه توافقي، وتوصل من خلال ذلك إلى استنتاج المسافة الفاصلة بين الشمس والأرض، وإلى تقدير حجم الشمس وإلى تحديد نسبة حجم الأرض بالنسبة إلى حجم الشمس، كل ذلك انطلاقًا من المقاييس التوافقية"[72].

يُسجَّل لكِبلر هذا الاختراق الناجح في تحديد المقاسات الجرمية، وفي احتساب مقادير قطرَي الشمس والأرض، انطلاقًا من المبدأ التوافقي الذي يلائم نظريًّا بين مرصودات النظر المتاح من جهة، وتعذّر رؤية الشيء الموجود وجودًا افتراضيًّا من جهة أخرى. وهذا يُعَدّ اكتشافًا ضخمًا، لا بل ثورةً كِبلرية تتماثل مع ثورة كوبرنيكوس التي وضعت الأرض ضمن كوكبة الكواكب الأخرى، مكرسةً وحدة للقوانين تخضع لها الأرض والسماء. والقصد بالمقاييس التوافقية ليس بعيدًا عن قواعد المطابقة التي شرح فيها رودولف كارناب (Rudolf Carnap) حدود القوانين التجريبية في علاقتها بالقوانين النظرية قائلًا "إن القوانين النظرية تشتمل على حدود نظرية، وما نبحث عنه هو قوانين تجريبية مشتملة على حدود يمكن رصدها، ومن الواضح أن مثل هذه القوانين لا يمكن اشتقاقها من دون أن يكون لها شيء آخر معطًى بالإضافة إلى القوانين النظرية. أما هذا الشيء الآخر الذي ينبغي أن يُعطى، إنما هو مجموعة من القواعد التي تربط الحدود النظرية بالحدود التي يمكن رصدها"[73].

---

(72) يفوت، ص 59. ذهب كِبلر إلى أن نسبة حجم الأرض إلى حجم الشمس كنسبة نصف قطرها إلى المسافة الفاصلة بين مركزيهما.

(73) رودولف كارناب، **مدخل إلى فلسفة العلوم: الأسس الفلسفية للفيزياء**، ترجمة وتعليق وتقديم السيد نفادي (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 1993)، ص 239. يضيف كارناب اعتراف =

لا أحد يستطيع أن يُنكر أن قوانين العلم الفيزيائي ومبادئه قد جرى استخلاصها على دفعات في مدار فترة زمنية طويلة لا يمكن اختصارها بمرحلة، ولا بمبدع أو بعالِمٍ بعينه. من هنا نجد أن ثمة شيئًا من الملاءمة بين المبدأ التوافقي في احتساب حجم الشمس التي يتعذر رصدها، بالنسبة إلى حجم الشمس القابل للرصد تجريبيًّا، على نحوٍ نظري مع قواعد المطابقة التي تحدث عنها كارناب.

5. علّة تناهي الكون في الاعتبار الكِبلري

إن الاعتبارات التي حكمت تفسير كِبلر لعلّة التناهي في الكون تصبّ في المبدأ الإيماني الذي طغى على اعتباراته الإبستيمولوجية المحدودة، في نطاق معرفته العلمية الضيقة لما في الكون من اتساعٍ عصيٍّ على الإدراك. وفي هذا السياق، فإن جُلَّ ما اعتمد عليه كِبلر هو الاستبصار الحسي الذي كان لا يزال يفتقر إلى تصويب المغالطات الناجمة عن الغشاوات والتمظهرات المتصلة بتبيان الجسم البعيد، جسمًا صغيرًا مثلًا. وعلى الرغم من ذلك، لا يمكن أن نتجاهل أهمية ربط كِبلر الظواهر الفيزيائية بمظهرها كما تتجلى لأبصارنا، فيقول إننا "لو افترضنا أن النجوم الثوابت توجد على بُعدٍ واحدٍ ومتساوٍ منا، فإن الكيفية التي نرى فيها نجمًا ما ستتغير من ملاحظٍ إلى آخر، كما أن القطر الظاهري للنجوم ليس مجرد خداعٍ بصري، بل يمكننا أن نقف على حجمها الحقيقي وبُعدها الواقعي، انطلاقًا من قوانين البصريات"[74]، وهذا ما يشبه قوانين المطابقة التي ذكرناها مع كارناب، والتي تستنبط نتيجةً لامرصودة بالاعتماد على قواعد المرصودات التجريبية.

إن كيفية النظر إلى الأشياء وموقع الناظر إليها يحددان طبيعة الشيء المنظور فيه بحسب قاعدة تفسيرٍ حسية، سوف تتبلور لاحقًا في الفيزياء الحديثة، حيث

= الفيزيائيين وفلاسفة العلم بالحاجة الماسة إلى مثل هذه المجموعة من القواعد، ويقدم مثالًا لقاعدة من هذا النوع: تتناسب حرارة غاز (وهذه الدرجة قيست بترمومتر)، ومن ثم يمكن رصدها، بالمعنى الأوسع، مع متوسط الطاقة الحركية لجزيئاتها. وهذه القاعدة تربط ما لا يمكن رصده في النظرية الجزيئية، وهو الطاقة الحركية للجزيئات، مع ما يمكن رصده، وهو درجة حرارة الغاز. فلو لم يكن لدينا هذا النوع من التقديرات لَما كانت لدينا وسيلة لاشتقاق قوانين علمية كعلاقة حقيقية بين مكونات واقعية تتباين طبيعتها بين ما هو قابل للرصد وما هو غير قابل للرصد.

(74) يفوت، ص 61.

يصبح الرائي جزءًا غير منفصلٍ عن منظومة الأحداث الكونية. وستختمر في نظرية فلسفية وتكرس منهجًا فلسفيًّا في تعيين عين الحقيقة المتصلة بالمرئي من الشيء الذي لا نراه بالكيفية ذاتها بين لحظة وأخرى؛ فالشيء يتبدل تبعًا لوضعيتنا الزمنية والمكانية. ولا ننسى أن للسيكولوجيا أيضًا دورًا في تحديد ماهية الشيء الذي لا يُرى بمعزل عن أحاسيسنا المفعمة بتبدلات مزاجية، على درجة من التعقيد الإبستيمولوجي.

في هذا السياق، لا يمكننا القول إن كِبلر ظواهري ما دامت الفينومينولوجيا تشكّل حصيلة تجاوزات متمردة على العقلية الميتافيزيقية، التي يُشكّل كِبلر واحدًا من أركانها. وما نظريته القائلة باختلاف الرؤية تبعًا لتموضُع الرائي سوى قولٍ عرَضي، جاء من باب شرحه مغالطات البصر التي تحوّل فينومينولوجيا إلى أساسٍ منهجي، للإقرار بأن ما يتبدى أمامنا كحقيقة ليس سوى تبدٍّ آني ينجم عنه خداع متصل باللحظة التي ما إن تتبدل فيها وضعية الذات وما إن تتخطى لحظة الرؤية، حتى تظهر أمامنا حقائق جديدة يجب ألا نرتكن إليها ما دامت ستبقى تبدّيات في دفق هذه الصيرورة الأبدية.

الفصل الثاني

التصور الميكانيكي في الفيزياء الكلاسيكية

إن ترسيم علاقة علم العلماء بمعتقد السواد الأعظم من البسطاء، ينسحب هو نفسه على علاقة نخبوية الفلسفة بعمومية الأفكار التقليدية للعامة. كما أن آفاق التطلعات العلمية تشكّل هي نفسها فضاءً لتحديات الفلسفة وفعل التفلسف، على الرغم من الفروق البنيوية بين آلية التفكير العلمي القائم على التجربة الفاعلة بالموجود من جهة، ومنحى التأمل الفلسفي المنبني على افتراضاتٍ بحتة حيال ما يجب أن يوجد من ناحية أخرى. من هنا، ينحو بعض المتفلسفين منحًى صوفيًّا، تعويضًا عن الخيبة التي نجمت عن إدراك جلّهم حقيقة محدوديتهم حيال اللامحدود، بينما يتجه العلماء إلى الرضوخ لمقدرتهم المحدودة والظرفية على حل مشكلة اللامتناهي. وعندها يلجأ الطرفان إلى إيمانٍ ملاذي، مختلفٍ من حيث الكم لا من حيث النوع.

أولًا: بداية الفيزياء التجريبية مع غاليلي

لعل العلاقة الصدامية الدائمة منذ فجر التاريخ، بين جديد العلم وقديم المعتقدات العمومية، قد اتخذت من غاليلي نموذجًا على ما يمكن أن يحصل فعلًا، في حال تقدَّم عالمٌ أو فيلسوف بفكرة أو رأي جديد مخالف لإيمان جموع العامة برزمة من الموروثات العقائدية، التي تدافع عن نفسها عبر الهجوم على كل من تسوِّل له نفسه التطاول على قدسياتها.

لم يكن حال الفلسفة أفضل، ولا سيما أنها تنحو بطبيعتها إلى تعكير صفو أي مستتبٍّ، وذلك عبر الإدلاء بأفكار جريئة أدت في كثير من الأحيان إلى تكفير فلاسفة كثر.

1. غاليلي يهز عرش التقاليد الفيزيائية المتحدرة من الإرث الأرسطي

من تأثيرات منحى الصدام بين استكشافات العلم ومسودات المعرفة الاعتقادية أنه اتخذ مع غاليلي مظهرًا فجًّا، بعد أن أمرته الكنيسة آنذاك بإنكار ما كان قد توصل اليه بالأدلة التي حصّلها بعد تجارب عدة، أثبت من خلالها بطلان كثير من النظريات الأرسطية التي كانت مستحوذة على الوعي الديني الذي كان مهيمنًا في ذلك الحين بطريقة إطباقية مُحكمة؛ فالظلم الناجم عن إبداع عالِمٍ بحق نفسه، لم يتجل مع أحد على نحوٍ أوضح من الصورة التي ظهر فيها غاليلي على الملأ وهو يتراجع عن آرائه، منكرًا استنتاجات علمية ترسخت بالبرهان والتجربة، وهي التي تزخم بطبيعتها كل فكرة علمية؛ فقد ذاع صيت غاليلي واشتهر إلى أن بات مضرب مَثَل حيال كل من يَلحق به إجحاف وظلم بسبب مجاهرته بأفكار واستنتاجات مخالفة للسائد، فاستثارت بدورها حفيظة، أو بالأحرى سكينة الوعي التقليدي المستتب في المصالحة بين العلم والفلسفة والدين معًا.

إن استطرادنا هنا جاء بمؤدى تفسير العلاقة التصالحية لعلمية غاليلي المتمردة، مع النمط المشاكس لأي تفلسف جدي في التاريخ؛ فالتمرد الأبرز الذي قام به غاليلي كان عندما تخلى عن أسس الفكر الفيزيائي القديم، قاطعًا الصلة مع النظرة التقليدية للطبيعة، ليحل محلها رؤية جديدة. وجاء هذا الأمر بفضل قيامه، أول مرة في التاريخ، باستخدام تقنية النظر عبر المنظار إلى ما في الفضاء الواسع فحسب، مؤكدًا وحدة العالَمين السماوي والأرضي، ومبينًا ما في العالم السماوي من تجاعيد وتضاريس[1]، ما يعني أن الأرض ليست أشرف الموجودات، وإنما جاء هذا الاعتراف بمؤدى اكتشافٍ مذهل أثار حفيظة جميع المستأنسين بأفضليتهم الإنسانية المطلقة على جميع موجودات الطبيعة. فإذا

---

(1) محمد عابد الجابري، **مدخل إلى فلسفة العلوم: العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي**، ط 8 (بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، 2014)، ص 244.

كان العلم يقترن بالتجربة، بغضّ النظر عن نتائجه، كما ذهب إليه معظم العلماء المعاصرين، فإنه يمكن القول إن أولى محاولات التجريب العلمي قد انطلقت مع غاليلي.

2. قيامة الميكانيكا النظرية مع غاليلي

بعد أن كان التفسير العلمي في ما مضى يعتمد على فك أحجية الوجود من خلال المنهج المنطقي الرياضي، الذي كان سائدًا مع كوبرنيكوس وما قبله، فإنه تحوّل مع غاليلي إلى الاعتماد على المنهج التجريبي المهجَّن بمجموعة اعتقادات تحُول بطبيعتها دون إطلاق صفة العلمية الصرف على نظريته.

من هنا، أكمل غاليلي ما بدأه كوبرنيكوس الذي زعزع التصورات القديمة بشأن مركزية الأرض، محاولًا أن يُثبت صحة مقولاته الفلكية من خلال معادلات رياضية بيّنت أن الشمس لا الأرض هي مركز الكون. وبذلك، لم يتخلَّ غاليلي عن استعمال الرياضيات في فيزيائه الفلكية، لكنه أدخل نظرة مادية إلى الكون مبنية على التجارب، الأمر الذي أدى إلى تغيير المنهج الذي اتبعته الفيزياء القديمة منذ ولادتها، فمن الاستدلال العقلي على الموجود إلى الكشوف الفلكية التي ستساهم في قيام الميكانيكا النظرية[2]. إلا أن تجريبية غاليلي بقيت مطعَّمة بالإسقاطات الذهنية المنطقية التي ورثها من الثقافة المهيمنة على مدار قرون مديدة، ترسخ فيها الاعتقاد بأن عقل الإنسان مؤهل لإدراك كنه الوجود، لأن فيه مسًّا ربانيًّا يماثل مقدرة خالق الكون. إن هذا الاعتداد التقديري لمرتبة الإنسان الحاكم والمتحكم في الكائنات شبيه بمكانة الأرض المحورية في هذا الكون.

هذا كله نجم عمّا ورثناه وتأثرنا به من ثقافة أرسطية أعلت من شأن الذات الإنسانية، إلى درجة أنْ ساوتها بالخالق القادر على الخلق، كحال العقل القادر على تفسير هذا الخلق، فالعقل يشكّل علّة الذات، كما شكّل الله علّة الكون. وهناك إذًا تشابه وظيفي بين كلا العقلين، عقل الكون وعقل الإنسان. وإذا كان الأخير ينتمي إلى النوع ذاته، فإنه يختلف عنه بالمرتبة.

---

(2) سالم يفوت، **الفلسفة والعلم في العصر الكلاسيكي: سيادة التصور الميكانيكي** (بيروت: المركز الثقافي العربي، 1989)، ص 38.

لقد أفسح غاليلي المجال أمام العقل كي ينغمس أكثر في تتبّع تحولات المادة، باعتبارها مكونًا أساسيًّا في حياة البشر، منقلبًا على النظريات السابقة التي نزّهت الإنسان عن المادة لأنه يتسم بامتلاك عقلٍ ذي طبيعة جوهرية وبسيطة. وبذلك، يكون قد ساهم في قيام الميكانيكا النظرية التي تربط الأسباب بمسبباتها العملانية، فالميكانيكا النظرية الغاليلية أُسست على مفهومَي المادة والحركة، حيث كانت نظرة غاليلي إلى العالم قائمة على اعتباره مكونًا من مادة وحركة، والحركة خاضعة لقانون العطالة أو القصور الذاتي، الذي ينص على أن الأجسام المتحركة تتحرك بسرعة ثابتة وفي الاتجاه نفسه، والأجسام الساكنة تبقى في حالة سكون، ما لم تحركها قوة خارجية[3]، ما يعني أن ليس للسكون المطلق وجود. وهذا القانون هو الأساس الذي ستنبني عليه فيزياء كلٍّ من ديكارت ونيوتن في ما بعد.

3. دخول الرياضيات في العلم الفيزيائي

تحولت الفيزياء مع غاليلي من إسقاط ذهني للعالم في معادلات رياضية إلى معادلات رياضية قائمة على نتائج تجريبية، الأمر الذي يعني أن غاليلي لم يتخلَّ عن الرياضيات في فيزيائه الفلكية، على الرغم من طابعها التجريبي المغاير لما رأيناه سابقًا في الفيزياء الأرسطية والبطليمية والكوبرنيكية، لا بل إنه غالى في اعتباره العلم الرياضي مفتاحًا لفهم الطبيعة، فهو الذي يقول إن "الطبيعة مكتوبة بلغة الرياضيات"[4].

فعلى الرغم من اهتمام غاليلي بالطريقة التجريبية التي تأسس عليها المنهج التجريبي برمّته، فهو لم يغفل عن تطبيق الرياضيات على البحث في ظواهر الطبيعة، حتى أنه جعل منها العمود الفقري لكل بحث علمي حقيقي، حيث يعتبرها المفتاح الذي باستطاعته أن يحل جميع ألغاز الطبيعة. ويؤكد بالقول: "إن كتاب الطبيعة هو ذلك المفتوح دومًا أمام أعيننا. ولكن بما أنه مكتوب بحروف غير

---

(3) Françoise Balibar, *Galilée, Newton Lus par Einstein: Espace et relativité* (Paris: PUF, 1984), p. 68;

ونجد المسألة نفسها في كتاب الجابري، ص 244.

(4) المرجع نفسه، ص 245.

حروفنا الهجائية، فلا يمكن أن يقرأه كل الناس. إن الحروف التي كُتبت في هذا الكتاب ليست شيئًا آخر غير المثلثات والمربعات والدوائر والكرات والمخاريط، وغير ذلك من الأشكال الهندسية التي تمكن من قراءتها"[5].

ويذهب غاليلي أبعد من قراءة الإنسان للطبيعة بحروف رياضية، ليقول بأن الطبيعة نفسها خُلقت من الرياضيات: "فالله خلق جميع الأشياء من عدد ووزن وقياس"[6]، وهذا الأمر لا يدعونا إلى عقد مقارنة معيارية بين هذا الاستنتاج لغاليلي، ولا إلى اعتقاد الفيثاغوريين بأن عناصر الأعداد هي عناصر الأشياء، وأن العالم عدد، لأن "تصورهم للأعداد كان تصورًا هندسيًّا وليس حسابيًّا"[7]، بمعنى أن العدد واحد كان يقابل النقطة، والعدد اثنان كان يقابل الخط، والعدد ثلاثة المثلث، وهكذا... ومن هنا نفهم مقولتهم الشهيرة بأن العالم عدد، وهي تعني أن العالم هو في حقيقته وفي جوهره أشكال هندسية، وأن هذه الطبيعة الهندسية أهم من الهواء والماء، وأسبق على كل شيء، وهذا الأمر يُعتبر تمهيدًا لأكبر قدرٍ من التجريد.

إن انبهار غاليلي بالعقل الرياضي هنا لا يعود إلى كون الرياضيات والأرقام والحسابات تشكّل ملاذ هروب حتمي عند كل استعصاء تجريبي، لأن أمام العلم أشياء ستبقى مجهولة، ولا بد من حلها عبر افتراضات منطقية رياضية، تفرض نفسها بقوة جهل الإنسان بما وراء الطبيعة. من هنا، كان بعض الحلول التي جاء بها غاليلي أقرب إلى المتافيزيقيا منها إلى الفيزيقا[8]، لأن معيار قبولها كان بساطتها، وهو ما يتقاطع فيه مع إحدى القواعد المنهجية الديكارتية.

لهذا يسعى الفلكيون، ومعهم كثير من جهابذة الفلسفة، إلى الإجابة عن الأسئلة الكلية، عبر هذا المنفذ الذي يحيل المشكلة المجهولة إلى أرقام ومعادلات حسابية لا تتناقض مع تجربة غاليلي، بل تتكامل في مجاراتها التعليل السببي الذي يرد فيه مبدأ العلّة إلى معلول ذهني. وإذا كان المعلول مجردًا، فذلك

---

(5) المرجع نفسه.

(6) المرجع نفسه.

(7) عزت قرني، **الفلسفة اليونانية حتى أفلاطون**، ط 2 (الكويت: مجلس النشر العلمي-جامعة الكويت، لجنة التأليف والتعريب والنشر، 2003)، ص 32.

(8) Balibar, p. 45.

لأنه يعكس واقع التجريب المادي الذي اعتمد عليه غاليلي في اختباراته الفلكية والفيزيائية. ولأن الفلسفة كانت بالنسبة إليه أرفع شأنًا من أي مجال معرفي آخر، لأنها تغوض عميقًا بهدف الكشف عن كنه الوجود، فالطبيعة مجال الفلسفة المكتوبة بحروف غير حروفنا الهجائية.

وفي هذا الأمر، يبيّن لنا غاليلي مستوى فهمه للمعنى الفلسفي، المتحدر من إرث إغريقي غارق في التجريد النظري الرياضي. ولئن خفف من غلو هذا التجريد الذهني، فإنه لم يستطع، بطبيعة الحال، أن يتجاوز مطلقًا النطاق الذي أبقاه مشدودًا إلى تفسيرات ذهنية تتصل جذورها بعلّة التفلسف الإغريقي، الذي أخذ على عاتقه مهمة التصدي لمجال التفكير في الموجودات الطبيعية (الفيزياء، الفلك، الطب...) وما بعدها.

وهذه مسائل منطقية، لأن غاليلي كان يعيش مخاض ولادة مجالٍ معرفي جديد، لم يتبلور بعد، على ما نحسب فيه الفيزياء علمًا مستقلًّا، كما الكيمياء والرياضيات وغيرهما من العلوم؛ فالقرن السادس عشر كان لا يزال تحت تأثير إبهار الإغريق المعرفي، على الرغم من الفرْق الزمني الذي يفصل بينهم. وهذا الأمر يدل على مدى استحواذ المعرفة الإغريقية على علوم البشر عامةً حتى يومنا هذا، حيث بقوا فيه مأسورين في تطوير علومهم ومعارفهم بقيد ذاك الصرح الإغريقي المشيد إزاءنا حتى اللحظة، ولا سيما صرح أرسطو الفلسفي.

4. مسألة أصل الحركة

لم تكن مسألة الحركة موضوعًا متطفلًا على العلم ما قبل غاليلي، لكنه جعل منها أساسًا جديدًا للفيزياء برمّتها، وقد قاده حدسه إلى القول بأن علم الفيزياء سيحرز تقدمًا كبيرًا بعده: "غايتي أن أضع علمًا بالغًا في الجدة، يُعالج موضوعًا بالغًا في القِدم"[9].

عندما نطق غاليلي بقوله السالف الذكر، كان يبغي تقديم علم حيال ما تكرر تناوله مرارًا عند كثير من الفلاسفة قبله؛ فالحركة كانت تخضع لهوى الأفكار

(9) الجابري، ص 245.

الناجمة عن المشاهدة الحسية (البدائية). لهذا بقيت هذه المسألة في سياق التوصيف الانطباعي، إلى أن قرر غاليلي تقديم دليل علمي على خصائصها، لكي لا تبقى مفتقرة إلى الدقة.

كان غاليلي يعرف أن تلك المسألة شغلت كثيرًا من الفلاسفة قبله، إلا أن أحدًا منهم لم يكتشف خصائصها بواسطة التجربة كما فعل هو، خصوصًا في ما يتعلق بحركة الأجسام الساقطة التي تعددت الأقاويل[10] والفرضيات العلمية حولها: "وقد لا يكون في الطبيعة ما هو أقدم من الحركة التي وضع الفلاسفة فيها كتبًا ليست قليلة ولا صغيرة، ومع ذلك فقد اكتشفت بواسطة التجربة خصائص لها، تجدر معرفتها، لم يسبق لأحدٍ أن لاحظها أو أقام الدليل عليها. لقد وردت بعض الملاحظات السطحية، كالقول مثلًا بأن الحركة الحرة لجسم ثقيل ساقط يزداد تسارعها باستمرار، لكن هذه الملاحظات لم تستمر إلى المدى الدقيق الذي يتم فيه حساب هذا التسارع"[11]. لقد أراد غاليلي في تفسيره مفهوم التسارع في الحركة أن تتحدد نسبة المسافات التي يقطعها جسم في فترات متساوية في الزمن ابتداءً من نقطة سقوطه، والتي لم يحددها أحدٌ غيره، حيث اعتبر أن تلك النسب كنسب الأعداد الفردية التي تبتدئ بالوحدة العددية[12].

---

(10) يقول مؤرخ العلم جون غريبين، **تاريخ العلم** (1543-2001)، ترجمة شوقي جلال، سلسلة عالم المعرفة 390 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2012)، ص 111-112، إن تجربة سقوط الأجسام لا تعود إلى غاليلي، وإنما إلى مهندس فنلندي يدعى سيمون ستيفن. لكن أحد أساتذة المدرسة الأرسطية أجراها في ما بعد لكي يقدم الدليل التجريبي على أن الأجسام الساقطة لا تصل إلى الأرض باللحظة نفسها، ولكي يدحض ما يقوله غاليلي بأن الأوزان المختلفة تسقط بسرعة واحدة.

(11) الجابري، ص 245.

(12) المرجع نفسه. يشرح الجابري هذه الفكرة بالاستعانة بتجربة غاليلي المشهورة، "تجربة السطح المائل" التي استخرج منها معادلته بشأن العلاقة بين زمن سقوط الأجسام والمسافات التي يقطعها الجسم، والتي تفيد بأن مسافة سقوط الجسم تتعلق بمربع زمن السقوط. ولإيضاح ذلك، يمكن أن نشرح هذه التجربة بطريقة مبسطة. أخذ غاليلي كرة حديدية صغيرة، وراح يسقطها مرات عدة على مسطح مائل، ويقوم بتحديد النقاط التي استغرق سقوطها، على التوالي، ثانية واحدة، ثم ثانيتين، ثم ثلاثًا... ومن ثم راح يقيس المسافات التي تفصل هذه النقاط عن نقطة السقوط الأولى، فوجد أن المسافة الجديدة مساوية للمسافة الأولى (وهي ذات قيمة ثابتة) مضروبة بمربع الزمن ($d = k.t^2$). ومن هنا، أصبح بإمكاننا أن نتنبأ بالزمن الذي يستغرقه السقوط عبر مسافات مختلفة إذا عرفنا هذه المسافات.

حدَّد غاليلي مفهوم التسارع إذًا من خلال التجربة، الأمر الذي سبق أن عزاه أرسطو إلى ثقل الجسم وخفته، حيث اعتبر أن الأجسام الثقيلة أسرع في السقوط من الأجسام الخفيفة. وقد خطَّأه غاليلي في ذلك بعد أن كان لديه الاعتقاد نفسه، عندما أجرى العديد من التجارب المبنية على المشاهدات البصرية على بعض الأجسام الساقطة، حيث اكتشف أن عنصرين يتدخّلان في سقوط الأجسام، وهما المسافة والوسط غير المرئيَّين واللذين يمكن إدراكهما ذهنيًّا، كما سنبيّن لاحقًا، فبناءً على ما تقدم به غاليلي هنا، في قياسه سرعة حركة الجسم المادي عند سقوطه بالاعتماد على المشاهدة البصرية التي كرّس من خلالها في حصيلة الأمر، وإن افتقرت إلى دقة الميكروسكوبات العصرية، ثمة مبدأ الاستكشاف القائم على معطيات تجريبية[13]. فالعنصر الأول الذي يحدد سقوط الأجسام هو المسافة، و"تبيَّن له ذلك الأمر عندما ألقى بجسمين أحدهما خفيف والآخر ثقيل، من قمة برج بيزا، أي من نفس المسافة، فوقع الجسمان في وقتٍ واحد على الأرض، مستنتجًا أن سرعة السقوط إنما تتوقف على بُعد المسافة لا على ثقل الجسم"[14].

نستحضر في هذا السياق ما يقوله المفكر ميشيل ماتياس: "لنتأمل، على سبيل المثال، الجسم الساقط، مع زعمٍ بأنه سيتحرك تجاه مركز الأرض. كيف لنا أن نؤكد صدق أو زيف هذه القضية؟ نشاهد الجسم وهو يسقط، ثم نواصل رصده مستعينين في ذلك بأدوات وتجارب وحسابات رياضية. إذا تحقق الزعم المشار إليه إذًا هو صحيح، ولهذا، فإن القضية الصادقة هي معرفة هذا، وإلا اعتبرناه فرضًا أو رأيًا. ونحن هنا لا نؤكد صدق القضية على أساس مقارنة الفكرة بالقانون الموجود في عقلنا بشأن الجسم الساقط، بل على أساس رصد العملية التي أجريناها، أي النشاط الهادف إلى تأكيد صدق القضية"[15].

---

(13) تبرز النقلة النوعية في فيزياء غاليلي لحظة اعتماده المنهج التجريبي بدلًا من المنهج الرياضي، الذي كان سائدًا قبله مع كوبرنيكوس، لكن ذلك لا يعني أنه تخلى في فيزيائه عن الرياضيات، وإنما تحولت نظرته إلى الكون من نظرة تجريدية تصورية مبنية على الرياضيات إلى نظرة مادية مبنية على التجارب.

(14) سلامة موسى، **حرية الفكر وأبطالها في التاريخ** (قطر: وزارة الثقافة والفنون والتراث، 2012)، ص 178.

(15) ميشيل متياس، "أسس المعرفة في العلم والفن"، ترجمة شوقي جلال، مجلة **الثقافة العالمية**، مج 32، العدد 183 (حزيران/يونيو 2016)، ص 41.

ولكي يحسم غاليلي مسألة سقوط الأجسام، كان لا بد له من تجربة حاسمة تبتّ في دور الوسط، خصوصًا أنه لاحظ أن سرعة سقوط الأجسام تتغير في أوساطٍ أخرى غير الهواء، كالماء مثلًا. لذلك أجرى تجربةً على صحنٍ مملوء بالزئبق، كونه أكثر كثافة من الماء. يقول: "لو وضعنا قطعًا من الذهب والرصاص والمعادن الأخرى فوق سطح إناء مملوء بالزئبق، للاحظنا سقوط الذهب وحده إلى قعر الإناء، وبقاء المعادن الأخرى فوق سطح الزئبق، علمًا أن هذه القطع المعدنية، بما فيها الذهب، تسقط كلها في الهواء بنفس السرعة"[16]. نستنتج من ذلك أن السبب في تفاوت سرعات الأجسام ليس الثقل أو الوزن، وإنما مقاومة الوسط. وذلك يعني أن جميع الأجسام الساقطة في الفراغ، لها السرعة نفسها مهما اختلفت أوزانها. من هنا تتبين أهمية فيزياء غاليلي، التي استطاع من خلالها أن يحول الظواهر الفيزيائية إلى علاقات رياضية، بحيث ينتقل من الملاحظات في الكيفيات إلى حسابات كمية.

وأقام غاليلي أدلة عدة حول كثير من الظواهر التي أُخطئ تفسيرها، كظاهرة حركة القذائف والقنابل، التي اعتُقِد قديمًا أنها تتبع خطًّا منحنيًا، وتبيّن أن ذلك الخط المنحني ما هو إلا خط مخروطي الشكل[17]، لكن غاليلي أخطأ في شرحه حركة المقذوفات (المدافع والقنابل)، نظرًا إلى شح السبل المعتمدة في التفسير، وليس مجانبة الذهنية العلمية التي يُفترض تقييمها.

بكلامٍ آخر، إن الأخطاء المترتبة على تجارب غاليلي لا تعود إلى لاعلميته؛ إذ إن ما لا يمكن التعرف إليه بواسطة هذه الحواس، لا يمكن التعامل معه كموضوعٍ علمي، فالحواس هي التي تحدد ما نعرفه وكيفية معرفتنا له، باعتباره شيئًا ينتمي إلى نطاق الطبيعة. إلا أن ما نعرفه هو دائمًا الطريقة التي يظهر بها موضوع المعرفة للحواس، وسبب ذلك أننا لا نعي بالخبرة ما لا تظهره الحواس، كما أننا لا نستطيع النفاذ في ظاهرٍ إلى حيث ما يكمن خلفه. وهنا يظل العقل بناءً خارجيًّا بالنسبة إلى الموضوع الذي يعرفه، لكن الموضوع يظهر لنا "كمُركَّب

(16) الجابري، ص 246.

(17) المرجع نفسه.

من كيفيات، من لون وملمس ورائحة وصلابة وحرارة وعدد وشكل. وطبيعي أن هذه الكيفيات في واقعة الإدراك الحسي تؤثر في العقل، وتنتج ما نسميه عادةً انطباعات"[18].

وفي هذا السياق، لا بد لنا من الإشارة إلى أن لب المسألة يكمن في تفسير الكيفيات ووجوه عللها، التي نبني جزءًا منها على الاستدلال المنطقي، ما دام أن ثمة أشياء مخفية لا تُرى لا بالعين المجردة ولا بالوسائل التقنية التي توصل إليها العلم.

5. مسوّغات غاليلي التجريبية بين العقلية الأرسطية والديماغوجيا الدينية

صحيح أن غاليلي لم يهجر العقلية الأرسطية بالكامل، وكان يلجأ إلى المنطق الأرسطي كلَّ مرة يواجه فيها معضلة عصية على الإدراك العيني، أو بالأحرى مشكلة عصية على إمكان التجريب الذي استند اليه في أبحاثه، إلا أنه بقي منحازًا إلى ما يمكن أن يستنتجه بالتجربة التي تشترط عقلية منفتحة على إمكان إعادة النظر في جميع المواقف والآراء الأرسطية، التي كانت قد "تسلحت بها الكنيسة المسيحية عندما اتخذتها معيارًا أوحدًا [كذا] في تكفير من يخالفها"[19].

من هنا، يجوز لنا القول إن صلة الاستكشافات العلمية بمعتقدات البشر الاجتماعية تظهَّرت بصورة جلية في تفسير غاليلي لحركة المد والجزر، وربطها بحركة الأرض المزدوجة؛ فرغم ما هي هذه المعادلة عليه من قصور علمي، فإنها أخرجت الاعتقاد العمومي من نطاق التعليل الغيبي، الذي كان يرد هذا الفعل إلى

---

(18) متياس، ص 39.

(19) موسى، ص 179. لا يعنينا، في هذا السياق، اعتماد الكنيسة آراء توما الأكويني المتأثرة، الى حدٍ بعيد، بتعاليم أرسطو، وإنما تعنينا جرأة غاليلي في مخالفته قدسية الآراء التي يمنع حتى التفكير فيها، وذلك عندما علل في نظرية علمية متماسكة حركة المد والجذر بازدواج حركة الأرض أي بدورانها حول نفسها وحول الشمس، الأمر الذي أثار حفيظة رجال الدين الذين هاجوا وماجوا ضده، لتنعقد محكمة التفتيش، مصدرةً حكمًا ألزمه إنكار ما توصل إليه. لقد عرف غاليلي في قرارة نفسه أن المعتقدات السائدة ستعيق الفكر العلمي، إلا أنها لن تحول دون التوصل إلى الحقيقة العلمية التي آمن بها بإيمانه بضرورة التراجع عن أقواله للحفاظ على حياته من بطش حراس الحقيقة الزائفة.

قوةٍ ماورائية تتحكم فينا وتدير وجودنا، إلى مجال التفسير العلمي المبني على مسوّغات تجريبية.

إن الكشف عن السبب العلمي لِما كان يُعتقد فيه أمرًا خارقًا يقع فوق قدرة البشر على إدراكه، يبيّن لنا، بما لا يدعو إلى الشك، العلاقة الجدلية بين المستتبّات العقائدية والاستكشافات العلمية، حيث تظهر لنا القاعدة الأولى التي ما برحت تتكرر حتى يومنا هذا، وهي أنه كلما تقدم العلم خطوة، تراجعت خطوةً فسحةُ الاعتقاد بالذي كان يُعزى وجوده أو فعله إلى قوة غيبية أو علّة. أما القاعدة الثانية، فتتمثل في دعوة الإنسان إلى التخلي عن اعتداده بنفسه، وأن يتواضع حيال هذا الاتساع المخيف لكونٍ يحوي ما لا يُحصى من مجرات وكواكب، إلى درجة تجعله يعي محدوديته أمام هذا الكم الهائل، ووجوده المتواضع إزاء هذا التنوع والتعدد والتشذر لموجودات الكون.

إن علمية غاليلي تكمن في ما يتعدى جرأته على تصويب بعض المعتقدات التي باتت تُنسب إلى سبب غيبي، ولا سيما اعتباره أن الحركة هي أصل الأجسام وأن السكون هو حالة عابرة، على خلاف أرسطو الذي اعتقد أن الأصل في الأشياء هو السكون والثبات. ومبرر غاليلي في هذه المسألة يقوم على افتراض أن جسمًا موجودًا في وسطٍ خالٍ من المعوقات وجميع أشكال المقاومة سيستمر في حركته إلى الأبد، "فالعطالة هي تلك القدرة التي تمكّن جسمًا ما من الاستمرار في حركته بصورة منتظمة ومستقيمة ما لم يكن هناك ما يزيد فيها أو يغير من اتجاهها"[20].

ينتمي غاليلي في تفسيره مفهوم العطالة هنا إلى المذهب التجريبي المادي، إذ إنه يتحزب هنا للاتجاه الذي أسس الحركة الجدلية، تلك التي - عدا عن تفسيرها العلاقة التأثيرية المتبادلة بين الأشياء كافة - أعطت المادة حيّزًا من الحركة في المكان الذي يجعلها تستمر، ما دام خاويًا من المعوقات أو العراقيل التي تحول دون استمرار حركة الجسم إلى الأبد. أضف إلى ذلك أن غاليلي عزا عطالة الحركة إلى تحكّم قدرةٍ ما بالجسم على نحوٍ انتظامي-استقامي. وهذا تصور ينم عن تعريف مسبق، ينطلق فيه من المبدأ القائل إن حركة الجسم لا تنتظم في اتجاهٍ ثابت، إنما هي حرة في صيرورتها الأبدية.

---

(20) يفوت، ص 42؛ الفكرة نفسها يوردها الجابري، ص 244.

6. القيمة العلمية لقانون العطالة

لا يمكننا أن نقيّم غاليلي ولا أن نحاسبه بالقياس إلى ما توصل إليه علم الفيزياء اليوم؛ فنحن نتوسم شيئًا من الموضوعية في النظر من منظار تاريخي إلى منجزاته المتحققة في ظرفٍ لم تتوافر فيه أسباب التحصيل التكنولوجي، الذي وفّر لعلماء اليوم جميع شروط اقتحام الفضاء الخارجي عبر تقنيات فائقة التطور.

فعلى الرغم من أن العلم الحديث مع غاليلي أخذ على عاتقه وظيفةً ذات خصوصية، فإن "بالاختلاف مع العلوم الفلسفية من النمط القديم، تنطلق العلوم التجريبية الحديثة منذ أيام غاليلي من نسق مرجعية منهجي يعكس وجهة النظر الترنسندنتالية للتحكم التقني الممكن"(21). إلا أن الاعتماد على تقنيات النظرة البدائية إلى ما في الكون من موجودات لن يأتي بأفضل ممّا أتى به غاليلي الذي حدد قوانين سقوط الأجسام وحركات الباندول، وصاغ بعض القوانين التي تتعلق بحركة الأجرام السماوية التي كان العلم القديم يعتبرها كائنات لامادية، والتي تختلف قوانينها عن القوانين التي تحكم القوانين الأرضية(22)، فنجده يقضي، كما فعل كوبرنيكوس، على التصور الأرسطي القديم الذي قسم الكون إلى عالم ما فوق القمر، أو العالم العلوي، وعالم ما تحت القمر، أو العالم السفلي.

لا نود القيام بإسقاطات في تأويلنا عملية كسر الحدود الميتافيزيقية، بين العالمين العلوي والسفلي باعتبارهما مرآة عاكسة لمبدأ انفصال الخير عن الشر، كمبدأ ميتافيزيقي بنت عليه المنظومات الدينية والأخلاقية في التاريخ جُلَّ تعاليمها السياسية والاجتماعية والثقافية. إلا أن واقع الأمر يدعونا إلى الإقرار بالبُعد الاستراتيجي لغلبة هذا المبدأ وأثره في الوعي الفلسفي في اعتباره "أن

---

(21) يورغن هابرماس، **العلم والتقنية كـ"أيديولوجيا"**، ترجمة حسن صقر (كولونيا، ألمانيا: منشورات الجمل، 2003)، ص 66.

(22) الجابري، ص 244.

القوانين التي تتعلق بحركة الأجرام تخضع لنفس القوانين التي تتحكم بالأجسام السفلية"[23]، وهذا اعترافٌ ينطوي على جرأة استثنائية في مخالفته المعتقدات المتلحّفة بقدسية الديانة المسيحية آنذاك.

ولأن المادة مكونٌ يتيح بطبيعته أن يخضع لتجربة الاختبار، ناصر غاليلي نظرية كوبرنيكوس وأثبتها تجريبيًّا، وخرج بها من حيّز الرياضيات إلى حيّز الوجود الطبيعي، إذ راقب الأجرام السماوية بواسطة التلسكوب الذي صنعه بنفسه في عام 1905، وكان يكبر ثلاث مرات، فاكتشف بواسطته عددًا من النجوم التي لم تكن تُرى بالعين المجردة. وشاهد هضاب القمر ووديانه، واكتشف أقمار المشتري الأربعة وضبط حركتها، ورأى كلف الشمس (البقع السوداء التي تظهر عليها)، واستنتج من حركتها على سطح الشمس أن الشمس تدور حول نفسها، وأكد بهذا الاكتشاف صحة ما توصل إليه كوبرنيكوس قبله[24].

ثمة افتراض في ما لم ينطق به غاليلي صراحةً، كامن في اكتشافه عددًا من النجوم والأجرام غير المرئية بالعين المجردة، وهو عبارة عن استنتاجات تفتح مجالًا افتراضيًّا آخر على ما يمكن أن يتحصل كلما تطورت تقنية النظر إلى ما في الفضاء الواسع من موجودات. وهذا ما يجعله منحازًا بالتأكيد إلى التجريب المادي. وعلى هذا الأساس المعياري، يتاح لنا القول إن غاليلي واحد من رواد النهضة العلمية الذين أرسوا أسسه التي تبلورت لاحقًا في مذهبٍ له منهجيته الواضحة والمحددة.

ثانيًا: فيزياء ديكارت، بداية التصور الميكانيكي

يتخذ التحدث عن ديكارت نكهة خاصة، لِما اتصفت به فلسفته من ميراث، ومن خصائص جعلت الكلام على صاحبها ينحو منحى التفكير في الروافد التي

(23) يقصد بها الكنيسة التي آمن إكليروسها بأن من يُخالف أفكار أرسطو المعتمدة بتأثير من القديس توما الإكويني، هو كمن يُخالف تعاليم الله على الأرض، حيث كان الاعتقاد السائد وقتئذٍ أن لأجرام السماء عقولًا ونفوسًا مفارقة للمادة التي يشهد الإنسان واقع تحولاتها وتبدلاتها السفلية الخسيسة.
(24) الجابري، ص 245.

أدت بأبي الفلسفة الحديثة إلى تكريس مبادئ أو قواعد منهجية[25] على درجة من الترتيب والتنظيم، يضاهي انسجامُها انسجامَ منطق أرسطو وتماسكه وهو يربط المقدمات بالنتائج، مستنيرًا بها، أو بالأحرى متّخذًا إياها منطلقًا للتفكير في تفسير كنه الذات الإنسانية وجوهر الطبيعة وما بعد الطبيعة.

في هذا السياق، يُعتبر ديكارت واحدًا من أهم الفلاسفة انسجامًا وتكاملًا في تقديمه قواعده النظرية، التي أدت فيها المقدمات الفلسفية غرض التوصل إلى نتيجة منطقية، في العقلاني العصي على التجريب، وذلك بسبب تكامل منهجه الذي لا يقبل الاجتزاء: فإما أن تقبله بكليته وإما أن تنقض جميع نتائجه.

لعل السبب في نجومية ديكارت الفلسفية، وفي شهرته التي سرقت أضواء القرن السادس عشر وما تلاه، هو تدشينه حقلًا معرفيًّا جديدًا لم يحفر به عقل فيلسوفٍ قبله، خصوصًا أننا ندرك أن المعرفة، أيًّا تكن، لن تتأتى عبر إلهامٍ إشراقي، ما دام أن ثيمة التفكير الفلسفي برمّته قائمة، كما يعلّمنا التاريخ، على التواصل لا على الانقطاع، وعلى التفاعل المبني فوق إرهاصات كثيفة، يختمر فيها الماقبل (ما قبل النظرية الفلسفية) في نظرية فاعلة في المابعد، وهكذا دواليك.

والجدير ذكره أن ديكارت هو أول من أسس فكرة إمكانية تمثيل نقطة ما من خلال إحداثيات مكانية ثلاث، ما جعل الرياضيات تقفز من المجال العددي إلى المجال التمثيلي للأعداد، وبذلك فإنه "هو الذي أدخل تقنية استخدام أحرف الأبجدية في البداية (أ، ب، ج...) لتمثيل كميات معروفة، وأحرف عند نهاية الأبجدية (خاصة س، ص، ي) لتمثيل كميات مجهولة"[26].

---

(25) يجدر بنا أن نذكر قواعد ديكارت المنهجية بإيجاز:

1- قاعدة الجلاء والوضوح: "لا أقبل شيئًا على أنه حق ما لم أعرف بوضوح أنه كذلك".

2- قاعدة التقسيم: "أن أقسم كل واحدة من المشكلات التي أبحثها إلى أجزاء كثيرة بقدر المستطاع".

3- قاعدة الترتيب: "أن أرتب أفكاري، فأبدأ بالأمور الأكثر بساطة حتى أصل إلى المعرفة الأكثر تعقيدًا".

4- قاعدة المراجعة: "أن أعمل في جميع الأحوال الإحصاءات الكاملة والمراجعات الشاملة، ما يجعلني على ثقة بأنني لم أغفل شيئًا".

(26) غريبين، ص 153. ويذكر غريبين أن ديكارت هو أول من استنبط فكرة الأسية (ويقصد بها ما هو متداول في اللغة الرياضية باللغة الفرنسية x^2, x^3).

بناء عليه، في مقدورنا أن نلتقط كثيرًا من العناصر المؤثرة في نظرية ديكارت في الكوجيتو[27] (أنا أفكر إذًا أنا موجود)، التي كانت بالنسبة إليه أصدق من جميع ادعاءات الريبيين[28]، الذين يلزمهم الوجود إذا أرادوا أن يفكروا، كما ذهب القديس أوغسطين قائلًا في ردّه عليهم: "إذا أراد المرتاب أن يفكر فيلزمه حتى وإن أخطأ، أن يكون موجودًا"[29].

هذا الأمر ليس بغريب، ما دام أن قاعدة العلاقة بين القديم والجديد محكومة بجدل التأثر والتأثير المتبادل، على شاكلة ما نعاينه عند جميع الفلاسفة الذين اعترفوا بفضل غيرهم على إبداعهم، اعتراف اللاحقين بهم. في هذا السياق، يتعذر علينا استيعاب عقلانية ديكارت المنهجية، بمعزلٍ عن تأثير الرشدية اللاتينية في الوعي الغربي، الذي بقي ردحًا من الزمن يبحث عن ملاذٍ يؤمّن التوافق بين التفكير الفلسفي والتفكير الديني.

لقد أعلى ديكارت من شأن التفكير العقلاني إلى درجة أنه أحلّه، من دون أن يعترف بذلك، محل الإيمان القائم على التسليم بالأعراف الدينية، التي ترتاب دومًا من كل فكر منطقي ينال من سطوة الإيمان على الجماهير. وينعكس ذلك في فيزيائه التي بناها على الاستنتاج الفرضي، الذي يتخذ من الأسباب الأولى موضع بحثٍ له، وليس الظواهر في حد ذاتها، كما فعل غاليلي. فإذا انطبق ما في العقل على ما في التجربة، كان ذلك دليلًا على صحة الاستنتاج[30]، إذ لا يمكن إدراك الحيّز المانوي[31] لعقلانية ديكارت بمعزل عن انفعاله بالتراث العريض للفلسفة

---

(27) الشك المنهجي عند ديكارت: يبدأ بإمكانية الشك نظريًّا في الحواس، والذاكرة والأفكار، ووجود العالم الخارجي، وفي صدق الرياضيات، لكن لا يمكن الشك في واقع الوجود الخاص. من هنا كان الكوجيتو الديكارتي: "أنا أفكر إذًا أنا موجود".

(28) René Descartes, *Discours de la méthode: Pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences*, Jamil Saliba (trad. & intro. & notes), 2ème ed. (Beyrouth: Commission libanais pour la traduction des chefs-d'œuvre, 1970), p. 135.

(29) رينيه ديكارت، **مقالة الطريقة: لحسن قيادة العقل وللبحث عن الحقيقة في العلوم**، ترجمه إلى العربية وقدم له وعلق عليه جميل صليبا، سلسلة مجموعة الروائع الإنسانية، ط 2 (بيروت: اللجنة اللبنانية لترجمة الروائع، 1970)، ص 134.

(30) Robert Blanché, *La méthode expérimentale et la philosophie de la physique* (Paris: Armand Colin, 1969), p. 66.

(31) تشبه ثنائية ديكارت، إلى حدٍّ كبير، الثنائية المانوية التي تقوم على الازدواجية بين النفس والجسد، وبين المادة والروح.

اليونانية، التي أغرقت كل التفكير الفلسفي في بحرٍ من التماثلات الثنائية: بين الخير والشر، بين الجسد والنفس، بين المادي والمعنوي... وفي كل ما من شأنه الفرز المعياري بين الشيء ونقيضه. من هذا المنطلق، يقول ديكارت: "عرفت هنا أنني جوهرٌ طبيعته كلها أو ماهيته كلها، ليست سوى فكر. ولكي ينوجد، لا يحتاج إلى أي مكان، ولا يتعلق بأي شيءٍ مادي. وذلك يعني أن النفس التي بواسطتها أكون ما أنا عليه، متميزة بالكامل عن الجسد"[32].

لقد وجد ديكارت في التفكير وحده دليلًا على وجوده، ما دام أن جوهر الإنسان يتمثل في التفكير، ولا شيء غير التفكير. وقد شرح هذا الأمر بإسهابٍ وتفصيلٍ قائلًا:

"لأنني رأيت بوضوح أن الأكثر كمالًا هو أن أعرف من أن أشك، فتهيأ إلي أن أبحث من أين تعلمت أن أفكر في شيءٍ أكثر كمالًا مني، وعرفت بديهيًّا، أن ذلك يجب أن يكون طبيعة أكثر كمالًا. أما فيما يتعلق بأفكاري عن الأشياء الخارجية المستقلة عني، مثل السماء، والأرض، والضوء، والحرارة، وألف شيءٍ آخر، فإني لم أجد عناءً كبيرًا في معرفة من أين كانت تجيئني. ولأنني لم ألحظ فيها شيئًا يجعلها أسمى مرتبةً مني، استطعت أن أعتقد أنها إذا كانت حقيقية، فذلك لأنها متعلقة بطبيعتي، من حيث إن هذه الطبيعة تمتلك شيئًا من الكمال"[33].

فديكارت الذي أراد أن ينقلب على منظومة أرسطو المعرفية، نهل من بئر خصمه حين أخذ بالمبدأ المانوي، وذلك كي ينتصر في نهاية المطاف للطرف الذي يجعل من هدف تفلسفه واضحًا وضوح شكه المنهجي، رغم أنه تشارك مع أرسطو في التسليم بقوة ما أو قدرة ما، أكثر كمالًا من الإنسان المخلوق بصورة تنطوي على شيءٍ من كمال الخالق الذي يتجسد في أفكاره عن السماء والضوء والحرارة... إلا أنه افترق عنه لكي يُعلي من شأن العقل إلى منزلة أعلى من الحيّز الأنطولوجي، الذي اتصف به العقل مع أرسطو، والذي أدرجه ضمن موجودات طبيعية معقدة، تفرض علينا الخشوع أمام رهبتها واحترام تراتبيتها،

---

(32) Descartes, p. 137.

(33) Ibid., p. 139.

وأسبابها الماورائية الخارجة عن الإرادة التي أراد ديكارت إحياءها، لكي تتحكم في موجودات الطبيعة وتفسر ما وراءها.

هكذا سعى ديكارت إلى الانقلاب على المبدأ الأرسطي الذي اعتبر فيه أن الاندهاش ممّا بعد الطبيعة هو ما كان وراء نشوء الفلسفة، تمامًا كما اعتبر أستاذه أفلاطون من قبله، فبحسب ديكارت، "الاندهاش ليس بالانفعال العظيم، بل أنه يمكن أن يؤدي إلى تعطيل عمل العقل أو انحرافه... لا يريد ديكارت أن يعرف الطبيعة ليحترمها ويقف أمامها منذهلًا خاشعًا، بل يريد أن يعرف قوانينها ليخضعها لإرادة الإنسان"[34].

وفي هذا السياق، لا بد من ملاحظة أنه ما عاد للعقل مع ديكارت مرتبة سامية أو مرتبة خسيسة، ما دام أنه صار يشكل مسوّغًا وجوديًّا للإنسان الذي لا يمكن التشكيك في وجوده المادي لأنه كائنٌ مفكر. والتفكير، بهذا المعنى، هو صنو الوجود، فانتفاؤه يماثل العدم الكلي.

وإنْ نحن لم نتفق مع تأويلات فرويد السيكولوجية، التي اعتبر من خلالها أن صدمة الإذلال الأولى للإنسان تمثلت في النتائج التي أفرزتها الثورة الكوبرنيكية، عندما أزاحت الأرض عن محورها، لتزعزع مركزية الذات وتحيلها إلى شيء من موجودات الطبيعة[35]، فذلك لأننا نعتقد أن إعادة الاعتبار إلى الأنا كذات مفكرة مع ديكارت تُضفي عليها حيّزًا وظيفيًّا ملائمًا لوضعية الإنسان المستجدة، أو بالأحرى ملائمًا لوجوده المتواضع في كونٍ هائل الاتساع، كلما انحرفنا عنه شيئًا تبدلت فيه وضعية الذات حيال نفسها، وبالتالي تغيرت نظرتها إلى نفسها، وإلى الطبيعة، وإلى ما بعدها.

---

(34) جورج زيناتي، **الفلسفة في مسارها: مدخل إلى الفلسفة** (بيروت: الأحوال والأزمنة للطباعة والنشر والتوزيع، 2002)، ص 114.

(35) يعتبر فرويد أن الإذلال الأول للإنسان (المعتد بنفسه قبل كوبرنيكوس، لأن الخالق أكرمه بميزة العيش على كوكبٍ فريد، تدور من حوله الأجرام الأخرى، من أجله وتكريسًا لوجوده سيدًا على هذا العالم)، كان في استبدال الكون القديم القائم على مركزية الكرة الأرضية (Géocentrisme)، بكونٍ يقوم على مركزية الشمس (Héliocentrisme)؛ إذ إنه ما عاد يسكن في بقعة تشكّل محور الوجود، بل أصبح يسكن في كوكب ليس سوى واحد بين كواكب أخرى عديدة. للتوسع في هذه الفكرة، يُنظر: المرجع نفسه، ص 107.

1. الأصل العقلاني للفيزياء الديكارتية

لم يتفرد ديكارت في الاعتماد على العقل سبيلًا فذًّا للمعرفة، لكنه تميز بقدرة براهينه المنهجية على النفاذ إلى المنطق المثالي، ليُثبت من خلاله أن للموجود في ذهننا من الرسوخ ما يكفي أن نتيقن بأن موضوعه غير موجود خارج العقل. لذلك، فهو يصادق على البراهين التي قدمها علماء الهندسة، على اعتبار أن تلك البراهين مبنية على قاعدة البداهة، بما في ذلك الامتداد أو المكان، فـ"ما يبحث فيه علماء الهندسة، وهو ظن كما أتصوره [يقول ديكارت]، جسمٌ متصل أو مكانٌ لا حد لامتداده في الطول، والعرض، والارتفاع أو العمق، يقبل الانقسام إلى أجزاء مختلفة ذات أشكال وأحجام مختلفة، وتتحرك وتتبدل على جميع الوجوه (لأن علماء الهندسة يفرضون ذلك كله في موضوع علمهم)، وتصفحت بعض براهينهم البسيطة، ففطنت إلى أن هذا اليقين العظيم الذي يعزو الناس إليها، إنما هو مبني على كون تصورها بديهي، تبعًا للقاعدة التي ذكرتها سابقًا، ثم فطنت أيضًا إلى أنه لا شيء في هذه البراهين يجعلني على يقينٍ بوجود موضوعاتها خارج الذهن"[36]. وهو يوضح فكرته بمثال المثلث: "كنت أرى جيدًا أنني إذا فرضت مثلثًا لزم من ذلك أن تكون زواياه الثلاث مساوية لزاويتين قائمتين، ولكني لم أجد في ذلك ما يجعلني على يقين بأن في العالم مثلثًا ما..."[37].

وأبعد من ذلك، أسقط ديكارت تصوره الهندسي على محاولته إثبات وجود الله من خلال البرهان الهندسي القائل بأن المثلث يستدعي تصورًا تلقائيًّا لتساوي زواياه الثلاث مع زاويتين قائمتين، في العقل، تمامًا كما الكمال الإلهي الذي يستحيل أن نتصور عدم إمكان وجوده المتحدر من فكرة الكمال. ويبدو ديكارت هنا أميَل إلى النظر الفلسفي منه إلى النظر العلمي، لأنه سخَّر رأيه العلمي لإثبات الوجود الميتافيزيقي للكمال، الذي تجسَّد في الله الذي تنزّل شيء منه على العقل[38].

(36) ديكارت، ص 43-44.
(37) المرجع نفسه.
(38) الجابري، ص 264.

فعند ديكارت، لا تنفصل مبادئ الفيزياء عن مبادئ الفلسفة العقلية، حيث تستند إلى الوضوح الرياضي الذي يحوّل ظواهر الطبيعة إلى قضايا منطقية صحيحة، على اعتبار أنها لا تتعارض مع الظواهر التي تعبّر عنها. ويتضح لنا مما تقدم ذكره، أن نقطة الانطلاق للفيزياء الديكارتية هي الأسباب الأولى لا الظواهر، وهنا يكمن الأساس الميتافيزيقي الذي تُبنى عليه فيزياء ديكارت بمجملها، عكس ما ذهب إليه غاليلي في اقتصار علمه الطبيعي على دراسة الظواهر واهتمامه بالجزئيات فحسب. وفي هذا السياق، لا تكون التجربة وسيلة للاكتشاف، بل أداةً للتحقق مما قرره العقل: فإذا انطبق ما في العقل مع ما في التجربة، كان ذلك دليلًا على صحة الاستنتاج[39].

وما يريده ديكارت هنا هو أن يتقبل الناس فرضياته التي يستخلص منها نتائج معيّنة يقود اليها وليس إلى أي فرضيات أخرى؛ فتلك الفرضيات لا يمكن أن يبرهن على صدقيتها "قبْليًّا"، لأن ذلك الأمر يتطلب تقديمًا فيزيائيًّا، وإنما يبرهن عليها بَعديًّا، ويرجو أن يتأكد الجميع من صحة مقدماته مثلما هُم يوافقون طاليس في رأيه القائل إن القمر يستمد ضوءه من الشمس، ففرضية طاليس برأيه غير مبرهن عليها قبليًّا، لكنه فسرها تفسيرًا قبِل به الجميع[40].

في هذا السياق، قد نُطلق على ديكارت تسمية المؤسس الثاني لصنفٍ من الفكر المثالي، الذي تتعقلن فيه الماورائيات وتنتظم في الآليات المنطقية التي تتسم بطابع الإلزام، انطلاقًا من مسوّغات ذهنية بحتة. إلا أن أكثر ما يلفتنا هنا هو كبح ديكارت جماح الفلسفة عن اللامعقول، ليُحيلها إلى تفكر خالص في المعقولات التي تستفزها الاستكشافات العلمية، فانحاز إليها فيلسوف الحداثة لأنها تشكّل ميدانًا صالحًا لإعمال العقل في مساحةٍ فيزيائية ضرورية، حيث أصبحت مهمة الفلسفة الالتزام بقضايا راهنة. انطلاقًا من ذلك، تصبح القاعدة

(39) المرجع نفسه. شكّلت هذه الفكرة مدعاة سخرية لأصحاب الوضعية المنطقية، أمثال كارناب وراسل وفيتغنشتاين، فهُم اعتبروا أن لا معنى من تأكيد صحة النتائج العقلية على اعتبارها انعكاسًا للتفكير العقلي السليم، ولا جدوى من نتائج مبرهن عليها بالمقدمات وهي أسبابها، ومقدمات مبرهن عليها بالنتائج، نتائجها هي. هذه الجدلية العقلية ليست سوى ضرب من ضروب الميتافيزيقا التي لا تعنى إلا بالقضايا الزائفة والخالية من المعنى.

(40) المرجع نفسه.

في كل بحث عن الطبيعة، مبنية على مفهومين رئيسين هما الامتداد والحركة، فالامتداد هو الحيّز المكاني الذي يشغله جسم معيّن، أما الحركة، فهي عبارة عن تعاقب الأمكنة التي يشغلها ذلك الجسم؛ فللامتداد والحركة وجود حقيقي، وبالتالي هما المجال الوحيد الذي يجب أن يبحث فيه عالِم الطبيعة. والمادة التي يتكون منها العالم، بحسب ديكارت، لا تتضمن خصائص غير الامتداد الذي يهتدي إليه العقل بواسطة المبادئ الرياضية، فهي "امتداد هندسي يملأ المكان ويشغله بحيث لا يبقى فيه خلاء أو فراغ، فالحدس العقلي بالنسبة إليه يلغي فكرة أن ننسب إلى الامتداد أي صورة من الصور الجوهرية الغامضة"[41].

ولعل انتشار صيت ديكارت الفيلسوف على حساب ديكارت الفيزيائي يعود إلى نزعته المتأصلة في تفسير مبادئ التفكير العقلاني تفسيرًا شموليًّا، يوائم فيه بين تناقضات نظرته الميتافيزيقية للعلّة الأولى، مع تفسيره الحركة والامتداد في الأجسام التي تمتلك كفاية ذاتية تمكّنها من أن تسير وفق قوانين ومبادئ تشكل حقلًا معرفيًّا للعقل القادر على سبر غور الأسباب الأولى، التي تتبدى لنا في ظواهر يمكن اعتبارها تجلياتٍ للعلّة الكامنة في الحيّز الميتافيزيقي للخلق، فالأرجحية الفلسفية في فيزياء ديكارت تكمن في هذه النقطة التي رد فيها الفهم أو معرفة الفيزياء إلى الجذر الميتافيزيقي الذي تنضوي إليه الصيرورات المادية كافة.

2. الانسجام المنهجي في فيزياء ديكارت

لا يخفى علينا، في مبادئ الفلسفة الديكارتية، مدى الانسجام المنهجي وتماسكه حيال رأيه في ما بعد الطبيعة، وكذلك في نظرته إلى ما في الطبيعة من آليات، تصالحت فيها البداهة الحدسية للاستنتاج الحتمي من "الأنا أفكر إذًا أنا موجود"، مع الافتراضات المنطقية المتصلة بيقين هذا الكوجيتو، الذي تحوّل مع فيلسوف الحداثة الأشهر إلى قاعدة عقلانية لأي تفسير فيزيائي، وذلك منعًا للشطط في اليقين الذي شكّل عصب الفلسفة الديكارتية.

(41) يفوت، ص 102.

لذلك، تُلفتنا نظرته إلى الطبيعة، التي تجاوزت علل الحركة التي تكمُّ أجسامها جميعَ العلل الماورائية، إذ "لا توجد في الأحجار والنباتات قوى خفية ومتوارية عنا، كما لا تخفي أسرارًا كالتجاذب والتنابذ، فلا يوجد شيء في الطبيعة إلا ويُرد إلى أسباب جسمية محض، لا دخل للأرواح والأفكار فيها"[42]. ويقصد ديكارت من وراء ذلك أن يعري التفسيرات الفيزيائية من الطابع الميتافيزيقي الذي غلب على التفسيرات الفلكية للقرن السادس عشر، ليحصر الحركة في أسباب مادية أو جسمية محض. وبذلك تتحول النزعة الميتافيزيقية للفيزياء في القرن السابع عشر إلى نزعة ميكانيكية مع ديكارت ومع غيره من الفلاسفة الميكانيكيين، حيث ساد تصور معيّن للمادة هو أنها عاطلة تمام العطالة، ولا تخفي بداخلها أسرارًا أو قوة سحرية.

وهنا لا يمكن التعليق على هذا التحول في نظرة ديكارت المتقدمة آنذاك على صعيد المبادئ الفيزيائية، إلا بالقياس إلى بدائية الاستكشافات القاصرة، في حينها، عن إدراك دينامية ذاتية للحركة في أي جسمٍ مادي، لها خواص متصلة اتصالًا عضويًّا بمنحى حركته، واتجاهها وكميتها... بحيث إن التعقيدات المكتشفة في حركة الأجسام تنسف فرادة الخاصية الذاتية لأي جسمٍ مادي[43].

في هذا السياق، يغدو قانون العطالة قانونًا عامًّا لتفسير حركة الأجسام كلها، حتى أنه ضرورة ينسجم فيها وضوح ديكارت المنهجي مع مستلزمات التحديد الآلي الصارم في حركة الأجسام كلها. وإذا ما انتهينا إلى مبدأ العطالة أو القصور الذاتي، نتدرج منهجيًّا في الكشف عن هذه القاعدة التي قد تمكّنه من استخلاص علّة الحركة في الأجسام كلها، فالاستنتاج الديكارتي يقوم على قضايا يقينية[44]،

(42) المرجع نفسه.

(43) لا نتكلم هنا على المبدأ الطبي الذي يعتبر أن تشابه الأجساد البشرية وتماثلها لا يجعلانها متطابقة مطلقًا، ما دام أن ما يتفاعل به جسم مريض لا يتفاعل به جسد آخر، على ما ذهب إليه الفيلسوف ابن سينا بقوله: لا يوجد مرض بل يوجد مريض؛ فالأجسام المادية هي كذلك تخضع لمبدأ الفرادة العصية على تعميم كل قاعدة، أرادها ديكارت مع الفلاسفة الميكانيكيين واضحة وضوح الفعل والانفعال الآلي، وهي إذًا عاطلة تمام العطالة بذاتها، لا أسرار تسيرها ولا أرواح تغيرها.

(44) يعتبر ديكارت أن مصدر القضايا اليقينية هو الأفكار الواضحة، ومصدر الأفكار الواضحة هو الأفكار الفطرية، كبديهيات الرياضيات وقوانين الفكر. مثال لبعض الأفكار الواضحة بذاتها: يقين المرء بوجوده الخاص، العلّة أكثر واقعية من المعلول...

ويقينها راجعٌ إلى البداهة العقلية، أي إلى الحدس، عكس الاستنتاج الأرسطي الذي يقبل القضايا الاحتمالية، ويعتمد في يقينه على الاستقراء التام، وهو أمر متعذِّر(45).

وكما هي الحال في الفكر الرياضي الديكارتي، ينطبق الأمر نفسه على منهجه في علوم الطبيعة، خصوصًا في الفيزياء، فمنهجه فيها استنتاجي، ينطلق من الحقائق التي تدلنا عليها البداهة العقلية، أي من فرضيات العقل، ومنها يستنتج نتائج يُستخلص منها نتائج جديدة، حتى يصل إلى ما يُفسر العالم الطبيعي ومعظم الظواهر الفيزيائية: "كل الموجودات تقود إلى أسباب أولى، بما فيها السماوات والنجوم والأرض والبحار، وليس بالأمر السهل الربط بين النتائج وأسبابها الأولى"(46). وللتأكد من تلك النتائج، يلجأ إلى التجربة، فالتجربة وحدها بالنسبة إليه قادرة على البتّ في أمر الظاهرة، وذلك بتحديدها المبدأ العقلاني الذي يتحكم بتلك الظاهرة.

3. ديكارت يفسر الظواهر الفلكية من منطلق عقلاني

أنار اليقين العقلاني أمام ديكارت سبل استخلاص النتائج من المقدمات، إلى أن يغدو ما يقره العقل حقيقة، ما دام يتعذر نقضها بمنطق العقل نفسه. بناء عليه، يصبح في مقدورنا أن نكشف حركة الأجرام السماوية من خلال الكشف عن المبادئ العقلية التي تتحكم في الظواهر، عندها يتحول استنتاجنا المنطقي عنها إلى حقيقة جازمة، وليس إلى رأي احتمالي، ولا سيما أن التجربة حيال كثير من الظواهر الفلكية كانت متعذّرة آنذاك، ليصبح اللجوء إلى الحيلة الاستنتاجية ضرورة لحل عقدة عقلٍ قاصر عن النفاذ إلى قرص الشمس، لكن بمستطاعه الإيمان بمبادئه الاستنتاجية عن حركة أي جرمٍ سماوي.

(45) من هنا يكون الفرق بين الاستنتاج الأرسطي والاستنتاج الديكارتي؛ فالأول عبارة عن رابطة بين مفاهيم (مفهوم الإنسان- سقراط، ومفهوم الفناء: كل إنسان فان، سقراط إنسان، سقراط فان)، في حين أن الآخَر هو رابطة حقائق: فمن حقيقة "أنا أفكر إذًا أنا موجود"، استنتج وجود الله كضامن لليقين، ثم حقيقة الوجود الطبيعي وغيرها من الحقائق.

(46) الجابري، ص 263.

وبحسب المنطق الأرسطي نفسه، في مقدورنا أن نستنتج أن ديكارت انقلب على كل ميتافيزيقا لا تتماشى مع مبادئ عقلانيته الراجحة في تفسير ظواهر الطبيعة، فالعلّة الأولى، وهي الله، خلقت المادة بقوانين ثابتة، وفق آلية معيّنة تعمل بميكانيزمات الضرورة. وحتى لو تحكّم الكائن الأسمى في صيرورتها فإنها تبقى خاضعة لمبدأ امتداد المادة في حيّز مكاني تتحرك فيه، وتملأه بوضعيات متنوعة، فالصفة الجوهرية عند ديكارت هي خواصه الرياضية، تلك التي نلخصها في كلمة الامتداد (extension)، وهو ما لا بد أن ينقسم إلى ما لا نهاية.

بناء عليه، يقول وليم كيلي رايت (William Kelley Wright) إن كلًّا من المادة والحركة عند ديكارت مكتفية بذاتها، ولها صفة واحدة أساسية، فللأولى صفة التفكير وللأخرى صفة الامتداد. ويعتقد ديكارت أن المادة وحركتها في المكان مطردتان، أي أن المادة لا تزيد على الإطلاق من حيث الكتلة، والتمدد الظاهري هو حالة فحسب تنفصل فيها الجزئيات المادية بعضها عن بعض، أما الكمية الكلية للحركة، فهي لا تزيد ولا تنتقص على الإطلاق[47].

إن العقل قادر هنا، لأنه يتسم بخواص رياضية تسمح له بتفكيك الحيّز المادي للأشياء الموجودة وجودًا ملائمًا لإعمال فكر يمتلك قوانين ومبادئ فطرية تؤهله لاستنتاج الوضعية الظرفية لوجود المادة وامتدادها في المكان، وعصمته عن الخطأ ليست مطلقة عند ديكارت، ما دام أن ثمة معيارًا متوفرًا أمامنا يتيح لنا التحقق من صحة استنتاجاتنا العقلية بشأن المادة، وهو البرهان أو التجربة. وفي هذا السياق، استبان ديكارت معيارًا مرجعيًّا يدوِّن به نظرته العقلية إلى الأجرام والأفلاك السماوية، وهو قانون القصور الذاتي (la loi d'inertie)[48].

يولد هذا المبدأ الديكارتي في الفيزياء من الآلية الميكانيكية لتصوُّره الأشياء تتحرك بحسب قوانين على درجة من الوضوح، بحيث إذا انتفت أي علّة خارجية

---

(47) وليم كيلي رايت، **تاريخ الفلسفة الحديثة**، ترجمة محمود سيد أحمد، تقديم ومراجعة إمام عبد الفتاح إمام (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2010)، ص 102-103.

(48) يفوت، ص 103. يشكّل قانون القصور الذاتي القانون الأول من قوانين الحركة عند نيوتن، وسبق أن عرفناه مع غاليلي، ومفاده أن جسمًا لم يخضع لأي قوة خارجية سيبقى على ثباته إذا كان في حالة سكون أصلًا، أو سيسير في خط مستقيم إذا كان في حالة حركة، وستكون حركته منتظمة.

للحركة، لا بد عندئذٍ من الاحتكام إلى الآلية العقلية نفسها، التي نحدس بها حالة السكون، في حالة مادة لا تتحرك من تلقاء نفسها، ليغدو السكون بهذا المعنى هو الأصل العتيق في طبيعة أي مادة: إن تحركت ستسير في خط مستقيم ومنتظم، إذا ما تعرضت لدافعٍ ما، أو إذا حثتها حركة ما على الاندفاع باتجاه تحقيق هذا المبدأ الميكانيكي الثابت في انتظامه واستقامة حركته.

ثمة ترابط وثيق في منظومة ديكارت المتكاملة عن الميكانيكا، حتى لو تظهرت لنا على طريقة استنتاجات متفرقة، إذ إنها بقيت متراصة في سياق ترسيخ المبدأ الآلي لحركة المادة في اتجاهٍ محدد، يُشتق منها قانون الاحتكاك من قانون القصور الذاتي، لكنه يتطرق إلى حركة الأجسام التي تتعرض لحركة أجسام أخرى: فإذا كان جسمٌ ما في حالة حركة، واصطدم به جسمٌ آخر، فإن حركة الأول ستغير في اتجاهه، أما إذا كانت حركة الجسم الآخر أضعف من حركة الأول، فإنه سيبقى في الاتجاه نفسه، وسيفقد من حركته مقدارًا سيكتسبه الجسم الآخر[49].

يحيلنا الاحتكاك هنا إلى المبدأ الأرسطي القائل إن كل حركة تحتاج إلى محرك، بحسب القاعدة المنطقية لانفعال العلّة بالمعلول. وفي هذا الأمر، أحيا ديكارت من جديد، المبدأ العقلاني في نظرته إلى الأشياء المادية التي يتعذّر تفسير آلية حركتها بغير مبدأ الاحتكاك، الذي شكّل ملاذًا للهروب من التفسير الميتافيزيقي للحركة، فقد اعتبر أن ما من بد أن تكون المادة في حركتها خاضعة لسبب مادي صرف متصل بالاحتكاك، كمبدأ يتيح لنا قياس مقدار الحركة انطلاقًا من حسابات رياضية، تزيد فيها كمية الحركة لجسمٍ معتل بعلّة خارجية، بقدر ما يتناقص في حركة العلّة المسببة، أو بالأحرى المحتكة بها.

في هذا السياق، يعرض لنا ديكارت تصوّره لحركة الأفلاك بما لا يتعارض مع نظريته في الاحتكاك، في سياق نظرية الدوّامات التي تتمحور حول تفسير القوى الجاذبة والقوى النابذة في فلك الدوّامة. ومفاد هذه النظرية أن الدوّامة التي توجد الشمس في مركزها تتحرك أجزاؤها القريبة من الشمس بسرعة أكبر من سرعة

(49) المرجع نفسه.

أجزائها البعيدة عنها، وأن الكواكب كلها، بما في ذلك الأرض، تبقى دائمًا مستقرة بين أجزاء مادة السماء[50].

وينعكس موقف ديكارت من هذه النظرية، من خلال خصائص المادة وخصائص الحركة، ذلك أن الضغط الخارجي للمادة المنبوذة يدفع بأخرى نحو جسمٍ آخر، أو يجذبها نحو المركز. وهذه الفكرة تقود ديكارت إلى القول، بحسب المفكر يفوت، بوجود مادة لطيفة في الكون ومادة مليئة بالأخاديد، لكي يؤكد لنا أن الأرض هي شمس تغلّفها قشرة، وأن القمر ينجرّ في دوّامة الأرض[51].

تحيلنا فكرة الدوّامة عند ديكارت إلى ما اكتشفه في ما بعد فيلسوف الحداثة، من أن لكل كوكب حقلًا مغناطيسيًّا يحيط به على شكل هالةٍ نابذة أو جاذبة لاتجاهه الحركي نحو نقطة استقطاب، يتشكل من خلالها الانتظام الجرمي في حركة الكواكب كلها. وإن عُد هذا الأمر تصورًا بدائيًّا لقانون الجاذبية الكونية، فإنه يشكل إرهاصًا نظريًّا للافتتاح الفيزيائي، الذي دشنه نيوتن عقب هذه الاختمارات الأولية، مع صاحب نظرية الجاذبية، الذي اكتشف الجاذبية الكونية وصاغها في معادلة واحدة، والتي مهد لها ديكارت مع غيره، من خلال تصوراتٍ نظرية، تبلورت في ما بعد في قطافٍ ثوري هائل.

إن ما تقدمنا به لا يُعَدّ تأويلًا لِما لم ينطق به ديكارت؛ فالمدلول المنطقي لمغزى أقواله في الفيزياء يدفعنا إلى أبعد من ذلك، عندما مهّد بشكلٍ غير مباشر لقانون النسبية (الخاصة) في الحركة والسكون والفعل وردّة الفعل. وحينما وضع مصادرته في علم نشأة الكون، وهي الفكرة الجديدة عن التطور الطبيعي للنظام الشمسي، اعتقد أن دورات الجسيمات هي الشكل الرئيس لحركة المادة الكونية، وهي التي تحدد بناء العالم وأصل الأجرام السماوية.

إن كل شيءٍ في العالم يسير بصورةٍ آلية، تبعًا لقوانين الحركة. والآلية لا تفسر إلا الأجسام الممتدة، والمادة أو الجوهر المتجسد لا ينفصل عنده عن الامتداد أو المكان. والامتداد عند ديكارت لا يعتمد على أي عنصر ذاتي، وهو

---

(50) المرجع نفسه، ص 104.

(51) المرجع نفسه، ص 109.

مشروط بالخواص الضرورية للجوهر المتجسد، ما يعني أن الجوهر العقلي قادرٌ على النفاذ إلى كنه الأشياء لأنه جوهر، وفي استطاعته تفسير وضعية امتداد المادة في حيّز مكاني، وذلك ليس من منطلق أن الشبيه يدرك الشبيه، لأن العقل جوهرٌ متجسد في تمثلات مادية، يمكن أن ندرك كينونتها، لاقتراناتها المشروطة بالخواص العقلية التي تعبّر عن صورتها، على شكل انتظامات حتمية، ذلك أن المبدأ الميكانيكي عند ديكارت قد شكّل عنوان تفسيراته المُحكمة وفق قاعدة منهجية متماسكة، اشتقّت منها آراؤه في الفلسفة وفي الفيزياء على حد سواء.

الفصل الثالث

الفيزياء الكلاسيكية في قمّتها مع نيوتن

ينعقد شبه إجماع على أن ثمة نقلة نوعية حصلت مع نيوتن، في سياق المآل التصاعدي للفيزياء الكلاسيكية خلال صيرورة الدفق التطوري للعلم الفيزيائي؛ ذلك أن التمفصل العلمي في محطات تاريخية يُستبان عادةً في أسماء عظماء تبوّؤوا المشهد، واحتلوا المنصة، عقب حالة من غليانٍ تستنفد معه القناعة بالقديم، ما ولّد تساؤلات جديدة أثمرت إجاباتٍ باهرة، من النوع الذي بدل فيه نيوتن من مسار التفكير الفيزيائي، حيال كثير من المسائل الفيزيائية، "ولاسيما مسألة الجاذبية"[1]، ومن مناخ التفكير الفلسفي الذي كان مترافقًا مع عصر الأنوار[2].

---

(1) Alexandre Koyré, *Chute des corps et mouvement de la terre De Kepler a Newton: Histoire et document d'un problème*, Jacques Tallec (trad.) (Paris: Librairie philosophique J. Vrin, 1973), p. 11.
يقول كويريه إن نيوتن أرسل إلى روبرت هوك (Robert Hooke) رسالة لا يدّعي فيها أنه حل مسألة سقوط الأجسام، بل يشرح له الأسس النظرية للتجربة التي اقترحها على المجتمع المدني، والنتيجة المتوقعة منها. ويقول الجابري في كتابه **مدخل إلى فلسفة العلوم** إن فكرة الجاذبية كانت معروفة قبل نيوتن مع العالِم هوك الذي توصل الى القول إن قوة الجذب تتناقص بشكلٍ يتناسب مع مربع المسافة. ومن الممكن أن يكون نيوتن قد أخذ هذه الفكرة عن هوك، الا أن ما يهمنا هو إدخالها في نسق، أو جعلها أساسًا لنسق جديد، كما فعل نيوتن.

(2) استفاد مفكرو الأنوار من نظرية نيوتن في الجاذبية، حينما ركزوا على فكرة أن الطبيعة تخضع لقوانين محددة وثابتة، يمكن تعميمها على الإنسان نفسه الذي يشكل جزءًا من الظواهر الاجتماعية، التي تخضع بدورها لقوانين طبيعته المادية.

أولًا: الوجود العَرَضي للميتافيزيقا في فيزياء نيوتن

قد يُعتبر القول إن فيزياء الميكانيكا الكلاسيكية اكتملت وأخرجت كل ما في جعبتها مع نيوتن مجردَ وجهة نظر أو رأيًا قابلًا للنقاش(3)، وذلك من ناحية الفرق من جهة بين قوانين الميكانيكا، وهي "مبادئ فيزيائية صاغها نيوتن صياغة رياضية ليُطبّقها على الأجسام الجامدة وكل الأجرام السماوية التي تخضع حركاتها لقوانين ميكانيكية سارية الأثر (وجود جسم معيّن حركته متغيرة بالنسبة إلى زمن معيّن)، إلى أن يتضاءل مفعولها فيتدخل الله من جديد لتجديد أثرها، كما نتدخل عندما تنفد [كذا] بطارية الساعة لنملأها من جديد"(4)، ومن جهة أخرى المبادئ الدينامية للفيزياء القائمة على إدخال مفهومٍ جديد على المبادئ السالفة الذكر "كان مشارًا إليه في الفيزياء الغاليلية"(5) من دون أن يدخل في معادلة واضحة كما فعل نيوتن، وهو مفهوم القوة المسببة للحركة (جسم-حركة-زمن-قوة)، والذي سيصبح عنصرًا فاعلًا في قوانين الحركة عند نيوتن. وذلك أن تتمتع بنوعٍ من الاكتفاء الذاتي الخاص بالعناصر، التي تأتلف في منظومة فاعلة ومصدرة للقوة التي تسبب حركة أي جسم، وفق عملية مؤسسة لديالكتيك التفاعل الميكانيكي (دينامية الحركة).

في هذا السياق، من الطبيعي أن نجد أن منجزات نيوتن العلمية تتموضع عند مفترق طرق حساس حيال محاكاته مستقبل الديناميكا بطريقة بارعة من جهة،

---

(3) لا يمكن الجزم في تحديد المفصل التاريخي بين الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء الحديثة، وبالتالي فإن الحديث عمّا إذا كانت قمة الفيزياء الكلاسيكية مع نيوتن أو أينشتاين هو موضوع نقاش. يعتبر هاينز باغلز، في كتابه **الكون الكوانتي** أن أينشتاين هو آخر الفيزيائيين الكلاسيكيين. أما إيليا بريغوجين وإيزابيل ستانجر، فيعتبران في كتابهما **بين الزمان والأبدية** أن النسبية وميكانيكا الكوانتُم هما وارثتا الفيزياء الكلاسيكية. يمكن التوسع في هذه الفكرة من خلال المصادر الفرنسية التالية:

-Heinz Pagels, *L'univers quantique,* Jacques Corday (trad.) (Paris: interéditions, 1985), p. 15.

-Ilya Prigogine & Isabelle Stangers, *Entre le temps et L'eternité* (Paris: Fayard, 1988), p. 23.

(4) سالم يفوت، **الفلسفة والعلم في العصر الكلاسيكي: سيادة التصور الميكانيكي** (بيروت: المركز الثقافي العربي، 1989)، ص 107.

(5) تذكر فرانسواز باليبار في كتابها **غاليلي، نيوتن مقروءَيْن من قبل أينشتاين**، أن غاليلي لم ينكر وجود قوة ما تتسبب في حركة الأجسام، وأعطاها معنًى ما بحسب ما يقوله أينشتاين (ويمكننا بدورنا أن نشير إلى أن نيوتن أدخلها في القانون الثاني للحركة عنده، في المعادلة التالية: F = Mɤ). يُنظر:

Françoise Balibar, *Galilée, Newton Lus par Einstein: Espace et relativité* (Paris: PUF, 1984), pp. 68-69.

وتأثره الوفي، أو بالأحرى خضوعه لموروثات العلم الميكانيكي من جهة أخرى، الأمر الذي أبقاه في خانة العلماء الذين لم يستطيعوا القطع مطلقًا مع ذلك الماضي العلمي الراسخ رسوخ البداهة الفطرية في الإيمان بالإرادة الغيبية، منذ أن أرسى أرسطو الأسس المنطقية للميتافيزيقا، في الدلالة على الغيب عبر براهين منطقية استحوذت على الفكر العلمي وأثّرت فيه على نحوٍ دراماتيكي.

ولعل من الجائز القول إن الفيزياء الكلاسيكية بلغت ذروتها مع نيوتن؛ إذ إن القفزات التصاعدية التي رافقت علم الطبيعة سمحت لنا بأن نرى كيف أن ذلك العلم حاول التخلص من الميتافيزيقا شيئًا فشيئًا، ليصبح علمًا مستقلًّا قائمًا بذاته. لكن ما حصل بالفعل هو أن البداية الميتافيزيقية للفيزياء التي كانت مع ديكارت، سوف تتحول إلى غايةٍ لها عند نيوتن، فمع ديكارت يتحكم الله في كل تفصيل من تفاصيل الكون، ويسيّره وفق قانون الآلية بشكلٍ غير منقطع. أما مع نيوتن، سنجد وضعًا مختلفًا، إذ سنقف إزاء عالم فيزيائي يضع قوانين فيزيائية بمعزل عن وجود الإنسان، لكنه لن يتخلى عن الميتافيزيقا وإنما سيعود إليها في نهاية المطاف، مشكّلةً غايةً للفيزياء عنده في الوقت الذي كانت فيه منطلقًا لها مع ديكارت[6].

فللميتافيزيقا مع نيوتن وجودٌ عَرَضي ينضوي في سياق بحثه عن العلّة المنطقية لظاهرة منفصلة في حركتها عن علّة ميتافيزيقية، كانت تُعزى إليها حركات الأجسام، ما يتيح النظر الصرف في الآلية الذاتية لحركتها، إذ يرى أن "الأجسام يؤثر بعضها ببعض من خلال قوى معيّنة وهي: الجاذبية والمغناطيسية والكهربائية، ولا توجد في الطبيعة قوى سواها. وعلى هذا الاعتبار تكون الطبيعة حقل قوى: ولو كان العالم يتركب من مادة خالصة ويخلو من أية قوة لما استمرت الحركة، ولتطلبت خلقًا مستمرًّا لها"[7].

في الوقت الذي يعتبر فيه ديكارت أن الله هو الذي يتكفل بذلك الخلق، يؤكد نيوتن أن الجاذبية هي التي تتكفل بحركة تلك الأجسام، بوصفها قوة فاعلة، لولاها

(6) نفهم هذه الفكرة من خلال تدخّل الله الظرفي في حركة الأجسام، والذي تحكمه ضرورة انقطاع الحركة الناتجة من القوة الذاتية المحركة للجسم.

(7) يفوت، ص 192.

"لما استمرت الكواكب تدور في مداراتها، ولما استمرت الحياة في الكائنات الحية"(8). أما قوانين نيوتن للحركة، فتتمثل في مبادئ ثلاثة صاغها في كتابه الشهير **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية**(9)، وهي:

المبدأ الأول: يبقى الجسم ساكنًا أو يستمر في حركته على خط مستقيم وبسرعة ثابتة، ما لم يكن خاضعًا لتأثير قوة خارجية (وهذا قانون العطالة أو القصور الذاتي الذي يعزوه نيوتن إلى غاليلي وينكر فضل ديكارت فيه) (v = cte, ɤ = 0).

المبدأ الثاني: يتناسب تغيُّر الحركة تناسبًا طرديًّا مع تغيّر القوة المؤثرة في الجسم ومع كتلة ذلك الجسم (f = mɤ).

المبدأ الثالث: كل فعل يُقابله رد فعلٍ مساوٍ له، ومتجه اتجاهًا معاكسًا لاتجاه الفعل (action = réaction).

ولكن بين المفهومين (الميكانيكا-الديناميكا) فرقًا نوعيًّا لا يمكن أن نتلمسه إلا من خلال التمعن في الآلية التي يُمكن أن تُحال فيها الحركة الميكانيكية إلى إرادة خارجية كما فعل ديكارت، فتعفي صاحبها من البحث عن العلّة الكامنة خلف القوة الفاعل في دينامية أي حركة ناتجة من دافعٍ ذاتي.

من هنا يمكن أن نفهم أن مفهوم الديناميكا أنهى سطوة الميتافيزيقيا التي تركت ثغرةً في الميكانيكا، إذ حلت ما عجزت عن تفسيره في ما يخص العلّة الدافعة للحركة القائمة بهدى إرادةٍ ميتافيزيقية. لذلك نستطيع القول إن الفضل يعود إلى نيوتن في تحقيقه وحدة الفيزياء الكلاسيكية، في إطار تصور عام منسجم ومتكامل للكون. وقد خصص نيوتن له القسم الثالث من كتابه **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية** بعنوان "عن نظام الكون"، ما جعل الفيزياء وما يترافق معها من كشوف علمية يبقيان منضويين حتى القرن التاسع عشر تحت لواء الصرح النيوتني، الذي قامت عليه الحضارة الغربية الحديثة، والذي لا يزال يُدرَّس في مدارسنا وجامعاتنا حتى اليوم.

---

(8) المرجع نفسه.

(9) Isaac Newton, *Principia: Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, La Marquise De Chatelet (trad.), préface de Voltaire (Paris: Dunod, 2005), p. 13.

ثانيًا: من إنجازات نيوتن العظيمة
صوغ نظرية متماسكة للجاذبية الكونية

وضع نيوتن حجر الأساس لعمارة الفيزياء الحديثة، بعد أن استطاع أن يحول ما يجري في الطبيعة إلى معادلات رياضية، سمحت له بصوغ القوانين الفيزيائية على أساسها. ولأن الفيزياء، كغيرها من العلوم، تخضع بطبيعتها لتعديلات وتصويبات ناجمة عن اكتشاف ما لم يكن مكتشَفًا، يمكن القول بأن نيوتن هو من الرواد الأوائل الذين دشنوا حقلًا تجريبيًّا خالصًا من العلائق التي كانت تعرقل في ما مضى صيرورة العلم الطبيعي، إذ انتقل معه نقلةً نوعية إلى أن صار التندر بواقعة سقوط التفاحة[10] على رأس نيوتن مرتبطًا ارتباطًا عضويًّا باكتشافه مبدأ الجاذبية، الذي فك ألغازًا طلسمية عند أسلافه الذين كانوا يلجأون إلى تفسيراتٍ ميتافيزيقية كلما أخفقوا في فهم حركة ظاهرة جرمية تحتاج إلى استرسال علمي مترابط ومتسق مع الافتراض المنطقي لأي مشاهدة عينية. لقد استطاع أن يحول هذه الواقعة من المجال الطبيعي إلى المجال الرياضي المجرد، أو إلى فرضية، كما يقول الجابري، لها الشكل التالي: إذا كان القمر لا يسقط، فذلك لأنه يبتعد عن الأرض في اتجاه خط تماس معيّن، استنادًا إلى مبدأ القصور الذاتي. ولكن بما أن الأرض تجذب القمر إليها، فإنه يسير باتجاه مقوَّس. وعلى هذا الأساس اكتشف نيوتن الحقيقة التالية، وهي أن ظاهرة سقوط الأجسام (la chute libre)، مظهر من مظاهر الجاذبية[11].

واستنادًا إلى هذه الظاهرة، مضافة إلى مبادئ الحركة، صاغ نيوتن قانون الجاذبية الكونية[12]، ومفاده: ينجذب جسمان، أحدهما إلى الآخر، انجذابًا

(10) تقول إحدى الروايات إن نيوتن جلس في عام 1666 تحت شجرة تفاح، وكان آنذاك في الرابعة والعشرين من عمره، وبينما هو في شبه غفوة، سقطت تفاحة من الشجرة فرفع نيوتن بصره الى السماء، فرأى القمر يرسل أشعته من فوق الشجرة، فسأل نفسه: لماذا لا يسقط القمر مثلما يسقط التفاح؟ من هنا كانت نقطة الانطلاق لنظريته في الجاذبية.

(11) محمد عابد الجابري، **مدخل إلى فلسفة العلوم: العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي**، ط 8 (بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، 2014)، ص 269. يشار إلى أننا قمنا بتحويل ما قدمه الجابري عن قوانين نيوتن إلى اللغة الفيزيائية التي ترتكز على المعادلات الرياضية، لكي يتيسر فهمها.

(12) جيمس تريفيل، **لماذا العلم؟**، ترجمة شوقي جلال، سلسلة عالم المعرفة 372 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2010)، ص 234.

متناسبًا طرديًّا مع كتلتيهما، وعكسيًّا مع مربع المسافة الفاصلة بين مركز جذب الأول ومركز جذب الثاني بالنسبة إلى مكانٍ وزمانٍ مطلقَين:

$F = K.MM'/d^2$ (avec f: la force d'attraction entre les deux corps,M:La masse du premier corps, M' la masse du second, et d: la distance qui sépare les centre de ces deux corps)

وتساوي كتلة الجاذبية g على سطح الأرض ما يقارب ($9,81m/s^2$)، أما ثابت الجاذبية العام G فيساوي تقريبًا ($6,67.10^{-11}.kg^{-1}.m^3.s^{-2}$)، وأما في مجالٍ جاذب، فتصبح قوة الجاذبية ($F = G.mm'/r^2$) (الجدير بالإشارة أن مبدأ التكافؤ في النسبية العامة، كما سنرى في القسم الثاني من هذا البحث، أوجب تساوي كتلة القصور مع كتلة الجاذبية).

واستطاع نيوتن أن يصوغ معادلة لحساب أوزان الأجسام، فعلى سطح الأرض، يتناسب وزن الجسم طرديًّا مع كتلته وكتلة الجاذبية:

$p = m.g$ (poids = masse.Accéleration du pesanteur)

أما بالنسبة إلى حساب كتلة الأجرام الكبيرة، فيمكن حساب كتلة جرمٍ سماوي من خلال نصف قطر وسرعة الجسم الذي يدور حوله، ومن هنا يصبح في مقدورنا احتساب كتلة الشمس بالنسبة إلى معطيات الأرض من نصف قطر وسرعة $M = 1/G.r.v^2$

Avec M = la masse du soleil, r = la rayon de la terre, v = la vitesse de rotation de la terre autour du soleil.

ومن أهم إنجازات نيوتن في هذا المجال، ربطه فكرة العجالة أو العجلة (ɤ) بحساب التفاضل الذي يدرس تغيُّر السرعة بالنسبة إلى زمن معيَّن أو المعدل الزمني لتغيُّر السرعة:

$\Delta t = t_1 - t_0$

$\Delta_v = v_1 - v_0$

ɤ $\Delta = \Delta_v/\Delta_t$ (avec ɤ Δ est la variation de l'accéleration)

إلا أن نيوتن تأرجح بين الفهم الرياضي والفهم الفيزيائي لطبيعة الجاذبية، لأنه حذر من مغبة اعتبارها قوة فيزيائية، معتبرًا إياها من القوى الرياضية التي نجهل أسبابها[13]؛ فعلى الرغم من تمسّك نيوتن بفكرة الجاذبية كمعطًى تجريبي، فإنه

(13) يفوت، ص 191.

لم يتردد في إقحام الميتافيزيقا في تفسير طبيعة الجاذبية نفسها. وكان رأيه في هذه المسألة لا يخلو من الطرح الميتافيزيقي، وهو أن الجاذبية ليست صفة ذاتية ولا ضرورية للمادة[14]، فهو يرى أن الله عندما خلق المادة، خلق معها صفاتها الأساسية كالامتداد والحركة، ونتج من هذا الخلق عملية آلية ميكانيكية تحكم سيرورة العالم[15]. وهو يتوافق مع ما قاله ديكارت في هذا الخصوص، لكنه يتجاوزه بقوله إن العالم لكي يكون ما هو عليه فعلًا، أضاف الله إلى طبيعته الميكانيكية خاصية جديدة، تنجذب بموجبها الأشياء بعضها إلى بعض. وهكذا يكون العالم خاضعًا لقوتين: قوة القصور الذاتي، وهي ملازمة للمادة وكامنة فيها، وقوة الجذب، وهي خارجة عنها: "إن القول بأن الجاذبية خاصية ملازمة للمادة وضرورية لها، بحيث يمكن لجسم ما أن يؤثر في جسمٍ آخر عن بُعد وفي الفراغ، ودون توسط جسمٍ ثالث ينقل التأثير إليه، قولٌ ينطوي في نظري على سخافة هي من الوضوح، بحيث لا يمكن أن يقع فيها من كانت له القدرة على البحث الفلسفي (والمقصود هنا فلسفة الطبيعة، أي الفيزياء). إن الجاذبية يجب أن يكون سببها فاعلًا يمارس فعله دائمًا حسب بعض القوانين، وأنا أترك للقراء أن يُقرروا فيما إذا كان هذا الكائن ماديًّا أو غير مادي"[16].

فالبُعد الميتافيزيقي لنظرية الجاذبية يكمن في اعتبار نيوتن أن الله خلق أجزاء بسيطة فردة لا تتجزأ، ومتحركة في الوقت عينه، وحركتها تلك هي أصل الجذب والطرد، أي أصل كل ما يجري في الطبيعة من ظواهر وتغيرات، وهذه "ليست خصائص أو كيفيات سحرية في الأشياء، بل هي كيفيات ظاهرة وإن كان سببها مجهولًا بالنسبة إلينا"[17]؛ إذ إن نظام العالم بالنسبة إليه ليس نظامًا ميكانيكيًّا محضًا، باعتباره يستلزم تدخّل الله المستمر، لكنه تدخّل لا يحدث من أعلى أو من خارج كما يعتبر ديكارت، وإنما "من داخل، لأن الله حاضرٌ فيه"[18].

(14) الجابري، ص 273.
(15) المرجع نفسه.
(16) يفوت، ص 192.
(17) الجابري، ص. 273.
(18) يفوت، ص 193.

ومع ذلك، فقد مكّن قانون الجذب العام من حل كثير من المشكلات والتساؤلات العلمية، وساهم في تفسير كثير من الظواهر الطبيعية كظاهرة المد والجزر، وحركة الأجرام السماوية في مداراتها، وعلاقة حركات الأجسام بعضها ببعض، حيث خصص لها مكانًا وافرًا في كتابه **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية**، وذلك في القسم الثاني (DU MOUVEMENT DES CORPS) والقسم الثالث منه (DU SYSTEME DU MONDE)، ونجد فيهما معادلات رياضية بحتة، لا دخل للتأويلات الميتافيزيقية فيها. إلا أننا لن نتطرق إليها، نظرًا إلى تعقيدها ودخولها في باب اختصاص الفيزيائي وحده[19].

ثالثًا: الفيزياء بين الأساس العلمي عند نيوتن والأساس الفلسفي عند ديكارت

لا يسعنا الدخول في مقاربة فلسفية لفيزياء نيوتن من دون أن نعقد شبه مقارنة بينها وبين فيزياء ديكارت، على بعض الأصعدة.

1. على صعيد نظرية الجاذبية

عارض ديكارت وأصحاب النزعة الديكارتية نظرية الجاذبية النيوتنية، لأن فكرة الجذب أو التأثير عن بُعد، ومن دون واسطة، فكرة غير واضحة بحد ذاتها، إذ إنها لا تتصف بالمعقولية، وبالتالي "لا تصح لتكون مقدمة للاستدلال"[20].

أما نيوتن وأنصاره، فإنهم اعتبروا أنه سواء كانت هذه الفكرة واضحة بحد ذاتها أم لا، فإن مبدأ الجاذبية يفرض نفسه علميًّا، لأنه يستمد صدقه وحقيقته من التجربة[21]. ومن هنا يكون الفرق والاختلاف بين النظرية العلمية النيوتنية التي ترتكز على المعطيات التجريبية كوسيلة للتأكد من صحتها، والنظرية العلمية

---

(19) لمن أراد التعرف إلى هذه المعادلات، يمكنه العودة إلى كتاب نيوتن، **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية**:

Newton, pp. 124, 295.

(20) الجابري، ص 272.

(21) المرجع نفسه، ص 273.

الديكارتية التي تستند إلى أساس البداهة والوضوح العقليين لكي تكون مقبولة منطقيًّا[22].

إن إلحاح نيوتن على عدم المجازفة بأي فرضية إلا إذا أيدتها التجربة سلفًا، جعله أقرب إلى الفلاسفة الوضعيين الذين كثيرًا ما صرحوا بانتمائه إليهم، وأبعد عن الفلاسفة الديكارتيين الذين تعاملوا مع الطبيعة على أنها انعكاس للعقل الواحد، والذي لا يقبل منها إلا ما ينسجم مع بنيانه الفكري الذي "يتأسس على الحدس والاستنباط من جهة، والنظام والقياس من جهة أخرى"[23].

إلا أن البعض الآخر يردّ رفض الديكارتيين نظرية الجاذبية النيوتنية إلى كونها تنطوي على تفسير سحري، وهو تأثير الأجسام بعضها في بعضٍ عن بُعد، وأن نيوتن استخدم لفظ "الجاذبية" بدلًا من "الاندفاع"، وهذا ما جعل نيوتن نفسه يردّ على منتقديه بقوله إنه لا يستخدم لفظ الجاذبية بمعناه الحرفي المتداول، وإنه استخدم لفظ الجاذبية للدلالة على أثر أو ظاهرة اكتشفها في الطبيعة: "أولًا إنكم لا تفهمون لفظ الاندفاع حق الفهم، كما لا تدركون المدلول الصحيح للفظ الجاذبية. ثانيًا، يتعذّر عليَّ القول بالاندفاع، لأن القول به يتطلب الاعتقاد بأن في السماء مادة تقوم بدفع الكواكب وتحريكها، والحال أنني لا أرفض وجود هذه المادة فحسب بل أثبت عدم وجودها. ثالثًا: لا أستخدم لفظ الجاذبية إلا للتعبير عن أثر أو ظاهرة اكتشفتها في الطبيعة، وهي ظاهرة ثابتة الوجود ولا نزاع فيها، سببها علّة نجهلها، وهي صفة لصيقة بالمادة، سيتمكن ذوي [كذا] العقول الراجحة يومًا من كشف الغطاء عنها"[24].

---

(22) هناك من يعتبر أن رفض الديكارتيين فكرة الجذب أو التأثير عن بُعد لا يعود إلى كونها فكرة غير بديهية أو غير واضحة بحد ذاتها، وإنما لأنها فكرة مبنية على القول بوجود الفراغ، وبالتالي فهي لا تنسجم مع الميكانيكا الديكارتية المبنيّة على فكرة الامتداد.

(23) الجابري، ص 272. من أكثر المدافعين عن نيوتن أوغست كونت، الذي يقول الجابري إنه غالى كثيرًا في تقدير القوانين النيوتونية عندما اعتبرها تستقي من التجربة وحدها، ما أدى الى إضفاء النزعة الدوغمائية على تفكير كونت، وهي النزعة التي تخالف الروح العلمية التي جهد في التأسيس لها.

(24) يفوت، ص 178. يعتبر نيوتن أن نظرية الدوّامات الديكارتية تفسيرٌ سحري ما أنزل به العلم من سلطان، أما الجاذبية فأمرٌ حقيقي، ما دمنا نرى أثرها ونستطيع حساب نسبتها بدقة.

2. من حيث المنطلقات

جاءت منطلقات نيوتن لتكون مختلفة عن منطلقات ديكارت في الفلسفة الطبيعية، فثمة نقلة كبرى من مبادئ الفلسفة عند الأول إلى مبادئ رياضية للفلسفة الطبيعية عند الآخَر، الذي أن يُطبّق مبادئ الفلسفة على مظاهر الطبيعة، فأعطى الأولوية للعقل وقواعده على حساب التجربة الحسية، فيما أراد نيوتن أن يصوغ الظواهر الطبيعية في معادلات رياضية مبنية على التجربة الحسية تفسر آلية عملها.

على الرغم من القانون المشترك بين ميكانيكا نيوتن وميكانيكا ديكارت، وهو قانون العطالة أو القصور الذاتي الذي ينسبه نيوتن إلى غاليلي، هناك من يقول إنه يعود إلى ديكارت (ولم ينتهِ من تحريره في عام 1630)[25]. لكن هذا القانون ينطلق عند ديكارت من أساس ميتافيزيقي محض، وهو ثبات السنن الإلهية والخلق المستمر للكون، فالأجسام بالنسبة اليه عاجزة عن أن تخلق نفسها بنفسها، وبالتالي، ليس لها سُلطة على نفسها، تمارس من خلالها نوعًا من الاستمرار في الحركة والمحافظة عليها تلقائيًّا[26]؛ فالله خالق كل شيء، وهو الذي يتكفل بإعادة خلق الحركة باستمرار، من هنا كان القانون الأساسي للحركة من صنع الله، وهو قانون الاستمرار في الحركة أو الثبات (وبمعنًى آخر هو قانون العطالة أو القصور الذاتي الذي رأيناه عند ديكارت وغاليلي).

أما عند نيوتن، فنجد أن قانون القصور الذاتي مبني على أسس علمية، لا دخل للميتافيزيقيا فيها، إذ يعتبر أن استمرار الجسم في الحركة يُفسَّر بقوة العطالة أو القصور الذاتي، وهذه القوة نابعة من الجسم نفسه، وتجعله لا يقاوم الحركة بل يقاوم تغيير الاتجاه. وهذا الأمر رفضه ديكارت عندما اعتبر أن المقاومة هي مقاومة الحركة وليست مقاومة الاتجاه، فتغيُّر الاتجاه سببه الاحتكاك لأن الله طبع مقدارًا واحدًا للحركة في جميع اللحظات، فأي تغير يقوم على أساس الاحتكاك ولا يكون في مقدار الحركة العالمية نفسها[27].

---

(25) المرجع نفسه، ص 182.

(26) المرجع نفسه.

(27) المرجع نفسه، ص 183.

3. من حيث المنهج المعرفي

على الرغم من الأهداف المشتركة بين نيوتن وديكارت، وهي التي ترنو إلى التوصل إلى القوانين العامة التي تحكم حركة الأجسام، فإن سبل البحث بينهما كانت مختلفة اختلافًا جذريًّا.

لقد اشترط ديكارت، فيلسوف البداهة، أن تكون المبادئ الفيزيائية، كما المبادئ الفلسفية، واضحة وضوحًا عقليًّا لا لبس فيه، وأن تسفر عنها نتائج معيّنة بحيث يمكن معرفة النتائج من خلال المبادئ، ما يجعل منهجه فرضيًّا استنتاجيًّا. أما نيوتن، فإن البداهة والوضوح العقليين لم يكونا ليعنيا له شيئًا، إنما صب جلَّ اهتمامه على التجربة الحسية التي تستند إلى منهج الاستقراء بوصفه أداةً للتعميم، فلم يقبل أي مبدأ ما لم تؤكده التجربة، ولا بأي فرضية إلا بعد أن تصبح حقيقة علمية. وعلى هذا الاعتبار كان يقول: "أنا لا أفترض، بل أبرهن"[28].

من هذا المنطلق، استطاع نيوتن أن يميز بين الاستقراء بوصفه أداةً للتعميم والاستنتاج بوصفه طريقةً للإقرار بالنتائج الصحيحة، لذلك قيل عنه إنه خالف العرف السائد بأن النتائج تُستنتج من الأسباب، وقال: "إني أستنتج الأسباب من النتائج"[29].

أما أهم ما يسفر عنه هذا السجال المنهجي بين نيوتن وديكارت، فهو فك نيوتن للارتباط الذي أقامه ديكارت بين الفضاء والمادة، أي رفض مماثلة الامتداد بالمادة، أي هدم البنيان الفيزيائي الديكارتي القائم على ثنائية الامتداد والحركة، واللافت في الأمر أن أسباب ذلك الفعل هي ميتافيزيقية بحتة.

يعتبر نيوتن أن الامتداد ليس جوهرًا لأنه لا يحمل أعراضًا ولا يُحافظ على بقائه بنفسه، لأن ذلك الأمر يفتح المجال أمام إمكانية تصور المكان لامتناهيًا. وذلك يعني، في رأيه، إلغاء التعارض القائم بين الجوهر الممتد والجوهر المفكر، ما ينسف المذهب الديكارتي برمّته. ومبرر ذلك، بحسب نيوتن، أنه عندما يعتقد

---

(28) الجابري، ص 271.

(29) المرجع نفسه.

ديكارت بأن اللاتناهي صفة من صفات الله الكامل، التي ينفرد بها ولا يتشارك فيها مع المخلوقات، وأن الامتداد (المكان) أيضًا لامتناهٍ، فذلك يعني أن المادة أيضًا لامتناهية، وبالتالي تتشارك مع الله صفة الكمال، وهذا الأمر في غاية التناقض[30]. ولإزالة هذا التناقض، يقترح نيوتن صورة جديدة لعلاقة الله بالمكان[31] ترأب الصدع الذي خلفته الفيزياء الديكارتية، ومفادها:

- أن الله حالٌّ[32] في المكان، وأن المكان والجسم ليسا شيئًا واحدًا.

- أن اللاتناهي ليس في حد ذاته صفة للكمال (ما يعني أن نيوتن انتزع من فكرة اللاتناهي، صفة الكمال الخاصة بالله وحده).

- أن الفكر والامتداد مرتبطان ارتباطًا وثيقًا، وبذلك لن يظل المكان مرتبطًا بالمادة بل بما هو موجود، فكل موجود لا يوجد إلا في المكان: الله والأرواح المخلوقة والأجسام، وأن الله الحالَّ في العالم، حينما يخلق العالم، لن يكون بحاجة إلى مادة مختلفة عنه، إذ يكفيه أن يمنح بعض الصلابة وقابلية الحركة لبعض أجزاء المكان اللامتناهي الذي يشغله لتنشأ، بمؤدى ذلك، الظواهر التي تسعى الفلسفة الطبيعية إلى فهم قوانينها.

- أن لكي تتم الحركة، التي هي هبة إلهية طبعها الله في الأجسام، لا بد من مكان فارغ.

- أن على الرغم من قدرة الله المطلقة، التي تمكّنه من خلق أي عالمٍ آخر، فإنه لم يخلق سوى هذا العالم (وهذه الفكرة ستدحضها الفيزياء الحديثة التي تقول بوجود عوالم ممكنة غير هذا العالم).

خلاصة القول، ثمة فكرة أساسية تشكل قاعدة البحث في كل فيزياء نيوتن، وهي معرفة قوانين الطبيعة من أجل فهم العالم الذي خلقه الله، الأمر الذي جعل التأمل الفلسفي مجرد نشاطٍ ذهني يأتي في المرتبة الثانية بعد الفلسفة الطبيعية

---

(30) يفوت، ص 185.

(31) المرجع نفسه، ص 185-186.

(32) لا يقصد نيوتن بذلك الحلول تماهي الله مع العالم كما نجد في فلسفة لايبنتز، وإنما تلك المقدرة التي تمنح الحركة المستمرة القوى اللازمة لتحريكها.

أو العلم الطبيعي، ففي الوقت الذي بدأ فيه ديكارت من الميتافيزيقيا ليصل إلى فهم القوانين الطبيعة، معتمدًا المنهج الفرضي الاستنتاجي، يذهب نيوتن باتجاهٍ معاكس، فيبدأ من القوانين الطبيعية ليصل إلى الميتافيزيقيا عن طريق منهجه الاستقرائي، الذي يُعَد أساسًا لكل بحثٍ علمي لا للفيزياء وحدها.

رابعًا: فيزياء نيوتن تنعكس في فلسفة كانط

مرةً تلو أخرى، يعود المنجز العلمي مع نيوتن ليتفعّل على مسرح المعرفة العلمية، التي طغت معه على مشتقات العلوم الإنسانية، ولا سيما الفلسفة منها، خصوصًا عندما تأثرت بمجال الديناميكا (الاكتشاف الفيزيائي الجديد)، من دون أن ننسى تأثرها بالجانب الميكانيكي لفيزياء ديكارت. وذلك ما يبرز في الفلسفة الكانطية المهجَّنة بتداخلات علوية مع الواقع السفلي، بما يمكن أن يُفهم منه، انفعال "الماقبْلي" الترنسندنتالي الفطري السابق على التجربة، "بالمابَعدي" الذي تُختصر فيه جميع مفاعيل المكتسبات الناجمة عن تجربة معيشة في زمان ومكان محدَّدَين.

إن هذا الكلام لا يُعد تأويلًا من خارج السياق، وإنما هو استنطاقٌ مشروعٌ لفاعلية المنجز العلمي، وتأثيره في الفلسفة المأخوذة بالانعطاف النوعي لمنجزات العلم الفيزيائي، إذ قللت نتائجه من غلو تدخّل الإرادة العليا في ما هو تحتي، فلم يعُد يقذف إلى الإرادة الميتافيزيقية علّة جهله بدينامية الانفعال الجدلي بين السالب والموجب، الذي من شأنه توليد الطاقة المحركة للظواهر الطبيعية بعامة، وللتفكير بوجهٍ خاص.

في هذا السياق، لا يسعنا سوى النظر في أُسُس إضبارة كانط الفلسفية، لا لقياسها قياسًا معياريًّا مع عالِمٍ مؤثرٍ في عصره، بل للربط الأفهومي بطريقةٍ تحليلية بين العلوم الطبيعية وعلوم نيوتن الرياضية، بكل ما توصلت إليه من نتائج حاسمة ونوعية غيرت في وجه التفكير في ما كان يُفكر فيه على مستوى النظر الميتافيزيقي في علّة الظواهر وأسباب التفكير.

فإذا كانت الفلسفة تُعنى بأسباب التفكير وتجلياته، التي تتكون منها المناهج الفلسفية الرامية إلى رسم سبل البحث في ما يظهر خارج نطاق العقل، فإنه تَحتم

علينا استخلاص مستوى التواشج الجدلي بين استكشاف نيوتن مبدأ الديناميكا الذي يحكم الظواهر الطبيعية المحضة، من جهة، والمعرفة الأمبيرية-التجريبية، من جهة أخرى. يقول نيوتن في هذا الصدد: "يجب أن لا نقبل من الأسباب، سوى تلك الضرورية لشرح الظواهر"[33].

لا يهمنا ما إذا كان لمبادئ الفيزياء الكلاسيكية تأثير نوعي في تحوّل الوعي الفلسفي آنذاك، من ميكانيكية ديكارت إلى دينامية كانط، ما دام المناخ المسيطر على الحالة السائدة حينها قد استولد تفكيرًا فلسفيًّا عند كانط موازيًا للتفكير العلمي في المسائل الفيزيائية عند نيوتن؛ ذلك أن دينامية التفاعل بين الفلسفة والعلم كانت في ذروتها، حيث لفت انتباهَنا أن أطروحة كانط لنيل شهادة الدكتوراه في الفلسفة لم تقتصر على المبادئ الأساسية للمعرفة الميتافيزيقية عام 1755، بل أرفقها بأطروحة ثانية هي "في المونادولوجيا الفيزيائية" عام 1756[34]، تمامًا مثلما لم يسْلم نيوتن من التأثير الفلسفي في علمه الذي بقي مثقلًا بعلائق ديكارتية، ترجمها رجوعًا ميكانيكيًّا إلى علّة ميتافيزيقية فاعلة ومكونة وموجهة، يكمن فيها سر الحركة الأولى في الكون برمّته.

وفي سياق شرح كانط الفرق بين المعرفة المحضة والمعرفة الأمبيرية، سأل نفسه: "كيف تستيقظ قدرتنا المعرفية إلى العمل إن لم يتم ذلك من خلال موضوعات تصدم حواسنا، فتسبب من جهة حدوث التصورات من تلقائها، وتحرك من جهة أخرى، نشاط الفهم عندنا؟"[35].

فالصدمة هنا تنتج القوة المحركة للحواس التي تستجيب لمثير خارجي كي تُحْدث أو تولّد التصورات الكامنة، تلك التي تحتاج إلى من يوقظها من كمونها، ذلك أن كينونة المعرفة برمّتها تقوم على ما يحفز ماكينة ميكانيكية تتبع دينامية على طريقة الاستثارة والاستجابة، ما يعني أن كانط قام بتقسيم المعرفة الفلسفية حيال كل الأشياء إلى "معرفة قبْلية مستقلة بالتمام عن كل تجربة، وتضادها المعارف

(33) Newton, vol. 3, p. 295.

(34) يتحدث موسى وهبة عن هذه المسائل في مقدمة كتاب: عمانوئيل كنط، **نقد العقل المحض**، ترجمة موسى وهبة (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2015)، ص 23.

(35) المرجع نفسه، ص 53.

الأمبيرية، أو تلك التي هي ممكنة بعديًّا وحسب، أعني بالتجربة، لكننا نسمّي محضة تلك التي من بين المعارف القبلية لا يخالطها أي شيء أمبيري البتة"[36].

بهذا المعنى، بتنا على وضوح تام حيال منهجية كانط التي فرزت المعرفة وقسمتها إلى ضدين: معرفة محضة ومعرفة أمبيرية. والتضاد هنا يعني أن ثمة سالبًا وموجبًا في جميع مولدات الفكر، على شاكلة المبدأ النيوتني الذي فسّر انتظام حركة الأجسام بالقوة الطاردة والقوة الجاذبة التي تحكم تلك الانتظامات التي تتسم بطابع ميتافيزيقي، بما يشي بميتافيزيقية المعرفة المطلقة التي يتسنمها كانط في شروحاته المثالية. وفي هدف النفاذ المنسجم مع هذه القاعدة الراسخة في الفلسفة الكانطية، نجد أن المرمى الفلسفي للمعرفة الخالصة هو الوصول إلى المعارف الخارجة عن حقل التجربة: "هذه المعارف التي تتخطى العالم الحسي، وحيث لا يمكن للتجربة أن ترشد أو تعدل، تقع مباحث عقلنا التي نعدها، من حيث المقصد النهائي أهم وأسمى بكثير من كل ما تتعلمه الفاهمة في حقل الظاهرات... ومشكلات العقل المحض هذه التي لا مفر منها هي الله والحرية والخلود. أما العلم الذي ليس له مقصد نهائي سوى حل تلك المشكلات، فيسمى الميتافيزيقيا"[37].

إن كانط لا يتنصل من التصدي لأعتى مشكلة معرفية انبرت أمام العلم، وإنما حاول استكشاف الحيّز المعرفي العصي على التجربة من خلال مبدأ العقل المحض، بكل ما لديه من كوامن معرفية أسست لعلم الرياضيات والعلوم الطبيعية، التي تطورت شيئًا فشيئًا، لا اعتمادًا على التجربة والاختبار، بل على القياس المنطقي لما لا يقع في نطاق التجربة. فإذا كانت الأحكام الرياضية تأليفية، كما يقول كانط نفسه، بمعنى أن التأليف هو استطراد من معنًى ما متوافر أمامي، "يجب أن نلاحظ بدءًا أن القضايا الرياضية بصحيح العبارة، هي دائمًا أحكام قبلية وليست أمبيرية، لأنها مصحوبة بضرورة لا يمكن أن نستمدها من التجربة"[38].

---

(36) المرجع نفسه، ص 54.

(37) المرجع نفسه، ص 56.

(38) المرجع نفسه، ص 59.

لا نريد أن نذهب إلى ما ذهب إليه نيتشه في نقد كانط، عندما اعتبره أستاذًا في صنْع استيهامات لفظية مفاهيمية، جعلته يتربع على قمة هرم العمارة السقراطية التي ردت الأمر في نهاية المطاف إلى قدرة قادر، ولا سيما أن كانط حاول التمييز الجاد بين شُبهة المعارف الماقبْلية والمعارف المابَعدية، وما ينجم عن الخلط بينهما من أوهام: "كالمعارف الرياضية مثلًا، وهي من زمان في صورة اليقين. فقد زُين لنا حسن الفأل بالأقسام الأخرى، على الرغم من أنها قد تكون من طبيعة مختلفة تمامًا، ويبلغ الزهو حدًّا لا يسعنا معه وقف تقدمنا، إن لم نصطدم بتناقض واضح. لكن قد نتجنب هذا التناقض بنسج أوهامنا من دون أن يُقلل ذلك من كونها أوهامًا"[39].

لقد وجد كانط هنا مسوّغًا علميًّا للأوهام التي يتخللها الحكم التحليلي للميتافيزيقا، التي بات لديها أسس علمية لما لا يُمكن النظر إليه من خلال العلوم التي يجب أن تخضع لبراهين يقينية: "فالأحكام التجريبية، بما هي كذلك، كلها تأليفية، لأنه سيكون من الخلف أن أؤسس على التجربة حكمًا تحليليًّا... لا يكون بي إذن، حاجة إلى شهادة التجربة. إن الجسم هو ممتد، هو قضية واجبة قبْليًّا وليس حكمًا تجريبيًّا"[40].

إن توغل كانط في أسس التفكير وأسبابه متصل بالعلّة التي أحال فيها ديكارت كينونة الإنسان إلى الأنا مفكر، فما دام التفكير هو ثيمة الإنسان، لا بد من تفكيك علّة نواقصه وزلاته واستيهاماته، من خلال التفريق أو التمييز المنهجي الذي تصنف كانط بموجبه، فيلسوفًا مثاليًّا، ينتمي إلى عصرٍ يعج بإبهاراتٍ علمية لا ترتقي مطلقًا إلى المبدأ الذي وضعه نيوتن بشأن فعل الجاذبية وتأثيره في انتظام الأجرام السماوية. ولعل هذا الأمر حث كانط على استلهام بحثه عن ماهية الزمان والمكان اللذين يُستعصى تحديدهما ما لم يُفكر إزاءهما.

في هذا الصدد، يرى كانط أن الطبيعيات (الفيزياء) تتضمن أحكامًا تأليفية قبْلية بوصفها مبادئ، ويطرح مثالًا لتغيرات العالم الجسمي التي تبقى فيها كمية

(39) المرجع نفسه، ص 56.

(40) المرجع نفسه، ص 58.

المادة ثابتة؛ ففي كل تواصل للحركة، يجب أن يكون الفعل ورد الفعل متساويين. من هنا، يرى أن هاتين القضيتين ليستا ضروريتين فحسب، بل هما من أصل قبْلي أيضًا، وبالتالي هما أيضًا قضيتان تأليفيتان، "لأني في الأفهوم 'المادة' لا أفكر دائمًا [اللاتبدل]، بل فقط حضور هذه المادة في المكان بفعل ملئها له. فأنا إذًا أتخطى حقيقة الأفهوم 'المادة' لأضيف إليه قبْليًّا شيئًا لم أكن أفكر فيه، فليست القضية إذًا تحليلية، بل تأليفية ومفكرة مع ذلك قبْليًّا. وذلك هو شأن سائر القضايا في الجزء المحض من الطبيعيات"[41].

وفي هذا السياق، مثلما عمد نيوتن إلى ترجمة ملاحظاته ومشاهداته في الطبيعيات عبر معادلات وأرقام حسابية، كذلك فعل كانط، الذي تملّكه نزوع مماثل إلى التجريد النظري على نحوٍ صعَّب من عملية فهم مقولاته بشأن المابعد والماقبل، وبشأن مفهومَي المكان والزمان، ما أدى ببعض قرائه، وأخصهم العالم الفيزيائي المعاصر هوكينغ، إلى الوقوع ضحية سوء فهمٍ والتباس، نتيجة اجتزائه النص الذي عبّر بصراحة عن اعترافه بأن مسألة ما إذا كان للكون بداية في الزمان وإذا ما كان محدودًا في المكان قد تفحَّصها بصورةٍ شاملة الفيلسوف كانط في مؤلفه البارز والغامض جدًا (بحسب تعبير هوكينغ نفسه) **نقد العقل المحض**، الذي نُشر عام 1781.

سمّى هوكينغ هذه المسائل نقائض (أي تناقضات العقل الخالص)، لأنه شعر بأن ثمة حججًا تتساوى قوةً، للإيمان بدعوى أن للكون بداية في الزمان، وللإيمان بالدعوى النقيضة، وهي أن الكون وُجِد دائمًا. وحجته للدعوى الأولى هي أنه لو كان الكون بلا بداية، فستكون هناك فترة زمان لانهائية قبل أي حدث، ما اعتبره منافيًا للعقل. أما حجته للدعوى النقيضة، فهي أنه لو كانت للكون بداية، فإنه ستكون هناك فترة زمان لانهائية قبله، فلماذا إذًا ينبغي أن يبدأ الكون عند أي لحظة واحدة بعينها؟ والحقيقة (يردف هوكينغ)، أن قضيتيه لكلٍّ من الدعوى ونقيضها هما في الواقع المحاجَّة نفسها، فكلتاهما تأسست على افتراض لم ينطق به، وهو أن الزمان يستمر إلى الوراء حتى الأزل، سواء أكان الكون قد وجد أم لم يوجد

(41) المرجع نفسه، ص 61.

دائمًا. و"كما سوف نرى، فإن مفهوم الزمان لا معنى له قبل بدء الكون"[42]. وها نحن نجد أيضًا عند نيوتن شيئًا من هذا القبيل، عندما يقول بأن "لا شيء يبرهن أن حركة الجسم المستقيمة تعود إلى حقيقة فيزيائية، ولا شيء يمنع من تخيُّل عالم ليس فيه جسم متحرك لا يسير وفق حركة مستقيمة"[43].

لسنا بصدد قياس موقف كانط العقلاني من الزمان، في تعويله المُطلق على قياسات العقل حيال ما لا يمكن البرهنة عليه من خلال التجربة، فالعقل الخالص ينطوي على حقائق افتراضية لا يمكن تجريبها، ولا تحتاج أصلًا إلى إقحامها في ما لا يمكن أن يؤمّن نتيجةً مخالفة لبداهة وجود زمان مطلق، قبل الكون وبعده.

يُعد هذا الأمر بمثابة إقرار صريح من كانط بأن إقحام العقل في نقاش بُعد الزمن الميتافيزيقي مغامرة محفوفة بمخاطر الانزلاق نحو استيهامات غير مجدية، ما من شأنه أن يُدخلنا في متاهة الافتراض القياسي الذي وضع له فيلسوفنا هنا معيارًا أوحد لا لبس فيه، ألا وهو العقل، الذي اعتمد عليه هوكينغ نفسه في قوله:" كما سوف نرى أن مفهوم الزمان لا معنى له قبل بداية الكون"، حيث إنه لم ينفِ وجود زمان قبل بدء الكون، إلا أنه تحوّل عنده إلى معنى اعتباري خالص. والاعتبار ليس له، بحسب ابن رشد، من وسيلة أو سبيل إلا العقل. بهذا المعنى، تحدد وجود الزمان عند هوكينغ بالقدر الذي يخدم نظرته إلى الكون.

والجدير ذكره هنا أن كانط هو من أسس للوعي الاعتباري الفلسفي، عندما فسر وشرح كيف يحيا العقل العملي إزاء زمانٍ ومكانٍ محدَّدين، من دون أن يعني ذلك إنكاره لامحدودية الزمان: "فالزمان معطًى قَبْلي... يجب أن يكون تصور الزمان الأصلي بوصفه لامحدودًا... إن أفهوم التغير شأنه شأن أفهوم الحركة (تغير الموضع)، ليس ممكنًا إلا بتصور الزمان فيه"[44]. في هذا السياق،

---

(42) ستيفن هوكينج، **تاريخ موجز للزمان: من الانفجار الكبير حتى الثقوب السوداء**، ترجمة مصطفى إبراهيم فهمي (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2016)، ص 32.

(43) Balibar, p. 70.

(44) كنط، ص 78-79.

نستوضح نظرة كانط العقلية إلى زمان، لا يُمكن أن نتخذه إلا بالقياس إلى الحركة، ليتحول الزمان بهذا المعنى إلى زمانٍ اعتباري خالص، من دون أن يعني ذلك أنه ليس موجودًا خارج نطاق قدرتنا على إثبات وجوده أمبيريًّا.

من جهة أخرى، تقوم فكرة الزمان الاعتباري عند كانط على فكرة الزمان المطلق عند نيوتن، وهذه الأخيرة تقوم، بدورها، على فرضية الأثير، إذ افترض نيوتن أن ثمة وسطًا يملأه الأثير(45)، مثلما يُحيط الهواء بالقشرة الأرضية. إلا أن الأثير أخف من الهواء وألطف، ويملأ أرجاء الفضاء، ويتخلل جميع الأجسام الصلبة والسائلة والغازية(46).

ويعود سبب ذلك الافتراض إلى معارضة نيوتن رأي ديكارت بشأن فكرة الفراغ الكوني، حيث إن ديكارت يرفض فكرة الفراغ في الكون، في ما يعتبر نيوتن أن الأجسام المتحركة تحتاج إلى وسط تتحرك فيه، ولذلك نجده "يطرح على ديكارت سؤالًا مهمًّا على ديكارت وهو: ألا تلقى الأجسام المتحركة مقاومة من قبل المادة الكونية"؟(47)

لذلك الاعتبار، ومن فكرة الأثير، أسس نيوتن فكرته بشأن الزمان المطلق والمكان المطلق والحركة المطلقة؛ إذ إنه اعتبر أن الكون يسبح في فضاءٍ من الأثير، هذا الفضاء ساكنٌ سكونًا أبديًا، وهو المكان المطلق. وبالتالي، فإن الحركة فيه حركة مطلقة(48).

وبناءً على ذلك، انبنت فيزياء نيوتن أو الديناميكا النيوتنية كلها؛ فالمكان ما عاد بالنسبة اليه بُنية من العمودي والأفقي بملامح أرضية خالصة، وإنما هو مطلق بصميم طبيعته، من دون أن تكون له علاقة بأي شيءٍ خارجي، ويظل

---

(45) Alexandre Koyré, *Etudes newtoniennes*, Avertissement d'Yvon Belaval (trad.) (Paris: Gallimard, 1968), p. 116.

(46) Ibid.

(47) يفوت، ص 188.

(48) رولان أومنيس، **فلسفة الكوانتُم: فهم العلم المعاصر وتأويله**، ترجمة أحمد فؤاد باشا ويمنى طريف الخولي، سلسلة عالم المعرفة 350 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2008)، ص 64.

كما هو على الدوام، ثابتًا لا يتحرك. والزمان أيضًا مطلقٌ في ذاته وبصميم طبيعته، وهو حقيقي ورياضي، ويتدفق تدفقًا ثابتًا، ولا علاقة له بأي شيءٍ خارجي[49]. ومن هنا، نجد ما يقوله أومنيس عن الاعتبار النيوتني، بمطلَقية الزمان والمكان، أنه اعتبار ميتافيزيقي، ويكاد أن يكون واحدًا من أحكام العقل القبْلية عند كانط[50]؛ فقد وصل مستوى تأثر كانط بالمنجزات العلمية في عصر نيوتن إلى درجة التماهي المطلق مع الأسباب التي أدت بالعقل البشري إلى أن يتعلم كيف يفكر ويبرهن، كما في قوله: "إن مصادر المعارف التي يمكن للعلم وحده أن يستقي منها، لا توجد إلا في مبادئ العقل الجوهرية والحقيقية... ولا يوجد إذن بين كل العلوم العقلية (القبْلية) علم يمكن أن نتعلمه، سوى الرياضة (الرياضيات) وليس الفلسفة على الإطلاق (اللهم إلا تاريخيًّا)، وفيما يخص العقل فإن أقصى ما يمكن أن نتعلمه هو أن نتفلسف"[51].

فالرياضيات تمتاز بمحصلاتٍ علمية، من شأن تعلمها أن يمرِّن العقل على قياس حصيلتها الفعلية-العملية مع المرتسمات النظرية لمبادئ الفلسفة المنفعلة حكمًا بأي منجزٍ علمي، على النحو الذي حدا بكانط إلى أن يقحم الفلسفة في آلية العلم، من دون أن تتحول إلى علمٍ يُعلَّم. بناء عليه، يمكن أن تسترشد الرياضيات بمبادئ العلوم العقلية-القبْلية، لكي تتمكن من رصد ظواهر الطبيعة.

أما الفلسفة، فهي بالنسبة إليه إمكانٌ محض، لا تُعلَّم ولا تُتلمَذ، إنما هي تدريبٌ ذهني لكي يحصل الإنسان على مبادئ العقل الجوهرية والحقيقية. وهنا نتبين كيف أضفى فيلسوف العقل المحض على المسائل الميتافيزيقية نوعًا حسابيًّا عصيًّا على معادلات الرياضيات، إلا أنه متاحٌ أمام الوعي الفلسفي أو العقل النظري الذي لا يمكن تعليمه البتة، إنما يمرَّن على الغوص في استكشاف نفسه بواسطة التفكير في المسائل الميتافيزيقية.

---

(49) المرجع نفسه، ص 64.

(50) المرجع نفسه، ص 173.

(51) كنط، ص 489.

خامسًا: انعكاس نظرية الجاذبية النيوتنية في ديالكتيك هيغل

لعل من غير الممكن عقد مقارنة بين عقلانية نيوتن وعقلانية هيغل من خلال تتبُّع نقاط التماثل وأوجه التفارق بينهما، وإنما من خلال التأويل، الذي مِنْ شأنه أنْ يبين لنا كيف انعكست نظرية نيوتن في الجاذبية، في مرآة التناظر مع العقل المطلق، الذي يشكّل ديالكتيكُه الوجه الآخر لحركة ظواهر الطبيعة والمسائل الميتافيزيقية كافة.

لذلك، يمكن القول إن الاعتداد بالعقل الذي اكتشف قانون الجاذبية وفسَّر مبدأ الانتظام للإجرام السماوية، وصل إلى ذروته مع الفكرة المطلقة عند هيغل، الفيلسوف الذي حلّق بالعقل عاليًا ليضعه في مصاف المثال الأفلاطوني، من دون أن يتخلى عن واقعية الواقع الذي تنعكس مضامينه، أو بالأحرى كليته الجريئة، في مرآة عقل مطلق، ذلك "لأننا جزءٌ عضوي من الكون، فقد نثق في أن قوانين ذهننا هي قوانين الكون، لأن ما هو عقلي واقعي، وما هو واقعي عقلي"[52].

إن مكامن التأثير النيوتني في الحالة الفلسفية السائدة، والتي انبرى على أرضيتها هيغل شارحًا، هي كيفية تواشج "العيني بالمجرد" بطريقة فريدة، ما دعاه إلى تفكيك أواصر العلاقة المعقدة بين هذين المفهومَين اللذين تأسس عليهما جدل هيغل المثالي، ذلك الذي ينص على أنك "إذا نظرت إلى أي شيءٍ بذاته، بغض النظر عن علاقاته، فإنك تنظر إليه نظرة مجردة، أما إذا نظرت إليه في علاقاته العضوية، فإنك تنظر إليه نظرة عينية. إن قطع ورقة من شجرة ووضعها تحت المجهر يعني النظر إليها نظرة مجردة، لكن النظر إلى الورقة في علاقتها بحياة الشجرة يعني النظر إليها نظرة عينية"[53].

من هذا المنظار، ذهب هيغل إلى تعيين المفاهيم الملتبسة في فلسفته، ليعيدها إلى موضعها الصحيح داخل منظومة نسق متكامل الأجزاء، حتى نتبيّن هذا الكل الأعم في هذا الوجود المترامي، إلى درجة لا يمكن التقاطه ووعيه، ما لم نُحيله

(52) وليم كيلي رايت، **تاريخ الفلسفة الحديثة**، ترجمة محمود سيد أحمد، تقديم ومراجعة إمام عبد الفتاح إمام (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2010)، ص 314.
(53) المرجع نفسه، ص 315.

إلى ما يختصر المساحات ويختزل الاختلافات، في معادلة نسقية واضحة ومحددة، تتمثّل في الذي يعني أن الكل المجرد جزء من كل عيني، والكل العيني هو كذلك جزء من كل مجرد، وهكذا دواليك... لئلا نقع في فخ الإسقاط غير المشروع حالَ أخذنا من المثل الذي استنجد به مؤرخ الفلسفة الحديثة (رايت) للتمييز بين العيني والمجرد في فلسفة هيغل.

وبغضّ النظر عمّا إذا كان رايت أو هيغل هو من استعان بالاستكشاف النيوتني عن الجاذبية، فإننا لا نستطيع أن نغفل فاعلية هذا الافتتاح الحضاري لمرحلة فكرية تأثرت تأثرًا دامغًا بتبدّل النظر إلى علم الطبيعة، إلى درجة اتخاذ سقوط الأجسام الثقيلة معيارًا يستعان به. يتجلى ذلك في قول هيغل إن مصطلحَي المجرد والعيني هما بالتأكيد لفظان نسبيان، لأن التصور الأكثر تجريدًا هو، في رأيه، ذلك التصور لوجود محض، بغضّ النظر عن أي تقرير إضافي عن طبيعة ذلك الوجود، وعلى النقيض، يكون المطلق عينيًّا تمامًا[54].

ويضيف هيغل: "إن شريحة معيّنة من المعلومات، مثل 'سقوط الأجسام الثقيلة'، هي أكثر تجريدًا من قانون الجاذبية، الذي يقرر مبدأً محدَّدًا يمكن تطبيقه على كل جزء من المادة في الكون، ويكون من ناحية أخرى أيُّ قانون من قوانين علم الطبيعة، مجردًا مقارنة بالفلسفة، التي توحد كل المعرفة في نسق متماسك"[55].

يتضح ممّا سقناه هنا موقف هيغل مِنْ فيزياء نيوتن، حيث ينطوي تفسيره للفرق البنيوي بين العيني والتجريدي على ملمح سيميائي، يُستدل منه على السبيل الذي اهتدت به الفلسفة إلى ماهية الوجود وأصل الروح، عبر نسق منهجي يتقاطع مع ما هو مجرد في فيزياء نيوتن، الذي أرسى أشهر قانون من قوانين علم الطبيعة، وهو قانون الجاذبية، النافذ في ارتباطه العضوي بدينامية القوة الطاردة والقوة الجاذبة، الذي نجد له ترجمات عينية، في تصورات مناهج الفلسفة الحديثة (منهج الديالكتيك).

---

(54) المرجع نفسه.

(55) المرجع نفسه.

بناء عليه، فإن من الممكن أن يتماثل مبدأ الفكرة الفاعلة أو الفكرة المطلقة في فلسفة هيغل الجدلية مع دينامية القوة الفاعلة في قانون نيوتن، حيث إن الأخير صاغ قانونًا مجردًا، من دون أن يعمد إلى ترجمته ترجمة عينية مباشرة، عبر منهج نسقي متكامل، يفسر من خلاله أصل الكون وماهية الوجود بالمعنى الهيغلي، الذي تكرست في فلسفته القوة الطاردة والقوة الجاذبة، وهي فلسفة جدلية يتنابذ فيها، أو بالأحرى يتصارع فيها المنحى السلبي مع المنحى الإيجابي بطريقة ديالكتيكية، إلى أن ينعقد الصراع في نهاية الأمر على خاتمة فكرة مطلقة داخل الروح أو العقل الذي يُعد مرآة للواقع، ما دامت كينونة العقل ليست إلا ماهية الواقع، وما في الواقع ليس شيئًا غير ما هو موجود في العقل.

إن المفهوم الأكثر هيمنة على منظومة هيغل الفلسفية هو "الفكرة المطلقة"، حتى أننا يمكن أن نعتبرها تماهيًا فلسفيًّا مع دينامية القوة المحركة (force dinamique) عند نيوتن. وقد يبدو مفزعًا أن يُقال إن هيغل يسمّي الكون بأسره باسم "الفكرة"، لأننا ربما نتصور الأفكار على أنها خلق ذاتي من صنع عقولنا الخاصة، ولم يتصور هيغل بالتأكيد الفكرة على هذا النحو، فلا شيء واقعي عنده مثل الفكرة[56].

ولكي لا نشتط بعيدًا خارج سياق النسق الهيغيلي، لا بد من التذكير بأن هيغل يعتبر أن مسيرة الوعي الجدلي للواقع تتخللها اصطدامات مُلزمة بين الذات والموضوع، إذ إن ثمة احتدامًا جدليًّا قائمًا، إلى أن نصل في نهاية المطاف إلى ما يمكن تسميته "نيرفانا الفكرة الشاملة" أو الفكرة المطلقة. ويبدو هنا أن انبهار الفلسفة العقلانية بالذات العارفة، بعد اكتشاف نيوتن مبدأ تلقائية القوة المحركة في ما يخص ظواهر الطبيعة، أدى بالفلسفات الحديثة إلى إحياء جذوة العقل على نحوٍ إطلاقي، وذلك للبناء على عرفانه بالشيء أي بالموضوع الخارجي، ترسانة

(56) المرجع نفسه، ص 319. يعتبر كيلي رايت أن تصور هيغل للفكرة المطلقة يختلف كليًّا عن تصور أفلاطون للمثُل، التي هي عنده حقائق واقعية قد تكتشفها الأذهان البشرية لكنها لا تخلقها. أما مذهب هيغل، فهو بوجه عام كما يصوره كيلي رايت:

- الفكرة المطلقة = كل الواقع
- المنطق (الفكرة في ذاتها)، الطبيعة (الفكرة لذاتها)، الروح أو العقل (الفكرة في ذاتها ولذاتها)
- (الوجود-الماهية-المفهوم)، (الميكانيكا، الفيزياء، الكائنات الحية)، (الروح الذاتي (السيكولوجيا، الروح الموضوعي)، (القانون-الدولة-الأخلاق)، الروح المطلق (الفن-الدين-الفلسفة).

معرفية، تمتاز بالرصانة المعتدلة مع كانط، قبل أن يصل بها الاسترسال مع هيغل إلى هذه الإحالة المطلقة هذه: كل ما هو عقلي واقعي، وكل ما هو واقعي عقلي.

لقد وضعت الفلسفة الحديثة حجر الأساس للاستطراد المعرفي، الذي أعاد إلى العقل، مرةً أخرى، حصته من المعرفة التي كانت ملقاة على إرادة ميتافيزيقية أو قوةٍ خارجية، من دون أن يلغي التباينات الحاصلة بين الفلاسفة الذين ينتمون إلى التصنيفات، التي تجعلنا نؤرخ الفلسفة ونمرحلها (فلسفة، حديثة، معاصرة...) كما نؤرخ للفيزياء ونحقّبها بين فيزياء كلاسيكية وفيزياء حديثة وفيزياء معاصرة.

لذلك، يمكن القول إن تصنيف الفيزياء بين كلاسيكية وحديثة أو معاصرة يستند إلى التصنيف المعياري بين المعرفة المطلقة، التي شُيدت على ترسانة من القوانين الطبيعية الحتمية واليقينية والمطلقة، والمعرفة النسبية الواقعة في كنف اللايقينيات العلمية المتحققة في معادلات رياضية، يتيه فيها البحث عن أنطولوجيا موضوعية أمام الإدراك القاصر دومًا.

الفصل الرابع

النسبية الخاصة

يشكّل هذا الفصل خلاصة أهم منجزات النظرية النسبية الخاصة، التي شكّلت منعطفًا تاريخيًّا في صيرورة علم الفيزياء، والقفزة التطورية التي نقلت الفيزياء من المرحلة الكلاسيكية إلى مرحلة الفيزياء الحديثة، بحيث إنها أقفلت الباب على أهم موروثات الفيزياء التقليدية كمبادئ يقينية ثابتة، لا مجال لدحضها أو تسفيهها.

أولًا: ولادة النظرية النسبية

إذا كان الإنجاز الثوري الهائل الذي قام به نيوتن يتمثّل في توحيده القوانين الأرضية والسماوية من خلال نظريته في الجاذبية، فإن الإنجاز الثوري الذي حققه أينشتاين يتجلى في محاولته توحيد قوانين الكهرومغناطيسية وقوانين الجاذبية في إطار مفاهيمي جديد، أسفر عنه ولادة النظرية النسبية.

يقول أينشتاين في كتابه **كيف أرى العالم** (*Comment je vois le monde*) عن أهم الأفكار في الفيزياء، وهي نظرية الحركة وقانون الجاذبية لنيوتن، ونظرية المجال الكهرومغناطيسي التي أسست لفيزياء جديدة (من هنا كان اعتبارنا أن الفيزياء الحديثة بدأت مع أينشتاين الذي بنى نظريته النسبية على معطيات نظريات نيوتن وجيمس كلارك ماكسويل (J. C. Maxwell) ومايكل فاراداي (M. Faraday): "أفكر بنظرية حركة الكتل ونظرية الجاذبية، من إنجاز نيوتن، وأفكر بالتالي بمفهوم الحقل المغناطيسي، والذي بفضله أعاد كل من فاراداي وماكسويل التفكير في أسس فيزياء جديدة. يحق لنا القول إن النظرية النسبية قدمت نوع [كذا] من

خلاصة للهندسة العظيمة لماكسويل ولورنتز، لأنها تجهد إلى أن تجعل فيزياء الحقل تمتد إلى كل الظواهر، والجاذبية ضمنها"[1].

ولعل تواضع الفيلسوف يُستشف من خلال قول أينشتاين، عندما يصرح في كتاب **تطور الأفكار في الفيزياء** (*L'évolution des idées en physique*) بأن أفكارًا جديدة، ذات طابعٍ ثوري، شقّت طريقها في الفيزياء وفتحت المجال أمام تغيُّر في وجهة النظر الفلسفي: "خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر، أُنتجت أفكار جديدة ذات طابع ثوري في الفيزياء، شقّت الطريق أمام وجهة نظر جديدة في الفلسفة، مختلفة عن وجهة النظر الميكانيكية. إن النتائج التي أسفرت عن عمل كلٍّ من فاراداي وماكسويل وهنريش رودولف هيرتز (H. R. Hertz)، أدت إلى تطور الفيزياء الحديثة وإلى خلق مفاهيم جديدة شكّلت صورة جديدة للواقع"[2].

ذلك يعني أن ولادة أي نظرية جديدة في العلم ستكون على أنقاض النظرية القديمة، التي ستدحض دحضًا نهائيًّا، على خلاف النظريات الفلسفية التي تنبني وفق مسطحٍ تاريخي أفقي تترسم حدوده بين الماضي والحاضر في سياقٍ متصل.

من هنا، كان اعتبار أينشتاين أن نظرية ماكسويل الكهربية[3] تطاول عقيدة

---

(1) Albert Einstein, *Comment je vois le monde,* Maurice Solovine & Régis Hanrion (trad.) (Paris: Flammarion, 1979), p. 136.

(2) Albert Einstein & Léopold Infeld, *L'évolution des idées en physique: Des premiers concepts aux théories de la relativité et des quanta* (Paris: Payot, 1981), p. 117.

(3) يقول برايان غرين (Brian Greene) أحد علماء الفيزياء المشهورين، في كتابه **الكون الأنيق** (*The Elegant Universe*)، إن الفضل في توحيد الكهرباء والمغناطيسية في إطار المجال الكهرومغناطيسي (électromagnetique)، يعود إلى الفيزيائي الاسكتلندي ماكسويل في منتصف القرن التاسع عشر، وذلك بعد دراساته بشأن تجارب الفيزيائي الإنكليزي فاراداي (وقد استطاع ماكسويل أن يوحد كثيرًا من الظواهر الكهربية كوجود خطوط كهربية عندما نخلع سترة صوف مثلًا)، والظواهر المغناطيسية (كخطوط برادة الحديد التي تُنثر بالقرب من مغناطيس على سبيل المثال)، في إطارٍ رياضي واحد يعبّر عن وجود المجال الكهرومغناطيسي (وهو ما نشعر به في عاصفة رعدية عندما نقف بالقرب من مولد كهرباء ضخم مثلًا). وقد كان جديده في هذا المجال قوله إن الاضطرابات الكهرومغناطيسية تنتقل بسرعة ثابتة لا تتغير أبدًا، وهي السرعة التي اتضح أنها مساوية لسرعة الضوء، ما سمح له أن يستنتج أن الضوء المرئي نفسه، ما هو إلا نوع معيّن من الموجات الكهرومغناطيسية. من هنا اكتشف ماكسويل أن الضوء لا يتوقف ولا يتباطأ، وأنه ذو سرعة ثابتة. يقول ج. ستورس هول في كتابه، **المستقبل النانوي**، =

الحركة[4] عند نيوتن أول مرة وتكسرها، وهي العقيدة التي تُعتبر برنامجًا (أو نظامًا) لكل فيزياء نظرية[5]. لكن البنيان المنهجي للفيزياء الكلاسيكية سوف يزعزعه أينشتاين من خلال نظرية النسبية الخاصة، التي تنعكس نتائجها على البنية المنهجية للفيزياء، حيث تتشكّل أولى إرهاصات التحول في البحث الفيزيائي على خلفية اطمئنانه المبرَّر إلى نتائجه الحتمية واليقينية التي كانت وليدة منهجٍ استنباطي، سينزاح ليحل الاستقراء مكانه. وهذا ما يعترف به أينشتاين نفسه حينما يقول إن "الفيزياء الاستقرائية تسائل الفيزياء الاستنباطية"[6]، ما يعني أن تبعات ذلك التحول ستنعكس على المفاهيم الأساسية في الفيزياء، ولا سيما مفهومَيْ المكان والزمان، وستُدخل إلى الأذهان فكرة جديدة تتعلق بالكيفية التي ترى فيها الذات هذا العالم، والتي تتخذ تسمية الراصد أو الملاحظ في اللغة العلمية التي تتغير وضعيتها بالنسبة إلى الأنظمة المرجعية (التي يمكن أن تكون ذاتًا أخرى...).

لذلك، ستتغير مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية التي وضع أسسها نيوتن، وستحل مكانها مفاهيم جديدة خارجة عن المألوف، لكنها أكثر واقعية، تسمح بفهمٍ حقيقي للعلاقات التي تربط بين الأشياء. ونستحضر الاعتذار الذي يقدمه أينشتاين إلى نيوتن لكي يبرر تدشينه حقلًا إبستيمولوجيًّا جديدًا ترأسُه مفاهيمه الجديدة: "نيوتن، اعذرني! إن الطريق التي افتتحتها تدل وحدها على رجل ذي ذكاء لامع وعقل خلّاق، يمكن أن يوجد في تلك المرحلة. وإن المفاهيم التي أطلقتها تقود

= ترجمة صباح صديق الدملوجي، مراجعة زينة كنج (بيروت: المنظمة العربية للترجمة، 2009)، ص 153-154، إن ماكسويل جمع فيزياء الكهرباء والمغناطيسية في مجموعة رائعة من المعادلات التي تحمل اسمه، والتي دحض فيها القانون الثاني للترموديناميكا الذي ينص على أن من المستحيل أن يحصل أي تغير في الحجم أو تسرب في الحرارة في منظومة موضوعة داخل غلاف لا يسمح بالتغير؛ إذ اعتبر أنه يصح في حال التعامل مع الأجسام ككتل وليس ضمن القدرة على إدراك الجزيئات المنفصلة التي تتألف منها.

(4) طرح أينشتاين سؤالًا وهو في سن السادسة عشرة: ماذا يحدث إذا تعقبنا شعاعًا من الضوء بسرعة الضوء؟ نحن نعلم، كما يقول أينشتاين، أن المنطق الحدسي الذي يعتمد على قوانين نيوتن للحركة، بأننا سندرك موجات الضوء، وستبدو حينئذٍ وكأنها ساكنة بالنسبة إلينا، ولكن، بحسب نظرية ماكسويل، فإنه لا يوجد ضوء ثابت، وبالتالي، هناك تناقض مع نظرية نيوتن.

(5) Einstein, p. 168.

(6) Ibid.

تفكيرنا في الفيزياء، حتى لو كنا نعرف أننا سنستبدل بها من الآن وصاعدًا مفاهيم جديدة، بعيدة عن التجربة المباشرة، لكنها ستسمح لنا بفهمٍ أعمق للعلاقات بين الأشياء"(7).

وهكذا ستنقلب المفاهيم والمعتقدات الفيزيائية مع أينشتاين رأسًا على عقب: فمن الوجود الموضوعي للعالم الذي يسير وفق آليات ميكانيكية تحكمها قوانين خاصة بها، إلى إدخال عنصر ذاتي فاعل في ما يحدث من ظواهر كونية كانت تجري، حتى أواخر عصر الفيزياء الكلاسيكية، من دون تدخُّل عوامل خارجة عنها، في مكانٍ وزمانٍ مطلقَين.

يقول هايزنبرغ في هذا السياق: "كان اكتشاف خواص جديدة للمكان والزمان، أو على نحوٍ أصح، لعلاقات بين المكان والزمان كانت مجهولة حتى ذلك الحين ولم يكن لها وجود في ميكانيك نيوتن. وتحت تأثير الموقف الجديد كل الجدة، توصل كثير من الفيزيائيين إلى نتيجة مفادها أن ميكانيكا نيوتن قد تم دحضها دحضًا نهائيًّا"(8).

لكن أينشتاين نفسه يقول إنه عدّل في مفاهيم المكان والزمان عند نيوتن، لكنه احتفظ ببعض القوانين التي تبقى صالحة في بعض الحالات، بحيث يصرح: "حتى الوقت الحاضر، نحن ملزمون بأن نبرهن في أي مقياس تغيرت مفاهيم المكان والزمان في النسبية الخاصة. الآن، علينا أن نركز انتباهنا على العناصر التي احتفظت بها هذه النظرية من الميكانيكا الكلاسيكية. في كلتا النظريتين، لا تصلح قوانين الطبيعة، إلا إذا اتخذنا نظام وصف الزمكان، بالنسبة إلى نظام عطالة يمكن أن يُتخذ كمنظومة مرجعية لوصف الإطار الزماني-المكاني..."(9).

وإذا أردنا أن نفسر ما يرمي إليه أينشتاين، يمكننا القول إن ما احتفظت به النظرية النسبية الخاصة هو ما سيبيّنه مبدأ النسبية الذي سنفصّل الحديث عنه

---

(7) Françoise Balibar, *Galilée, Newton lus par Einstein: Espace et relativité* (Paris: PUF, 1984), p. 69.

(8) فيرنر هايزنبرغ، **الفيزياء والفلسفة**، ترجمة صلاح حاتم (اللاذقية: دار الحوار للنشر والتوزيع، 2011)، ص 102.

(9) Balibar, p. 111.

لاحقًا، والذي ينص على أن الأنظمة القصورية كلها تتساوى من حيث الأهمية، فلا أفضلية لنظام قصوري على آخر، ما دامت الأجسام تتحرك بسرعات خفيفة أو معتدلة، ولكن بالنسبة إلى قوانين الحركة في الطبيعة، فلا يمكن وصفها إلا بالنسبة إلى إطار زمكاني. وهو المجال الذي يدخل فيه المكان والزمان في منظومة الحركة، حيث يكفّان عن أن يكونا مطلقَين كما جرت العادة في الفيزياء الكلاسيكية، ليصبحا نسبيين يتغيران بين ملاحِظ وآخر، ويلتويان في الفضاء مشكّلَين أبعاده الزمكانية. وما أبقاه أينشتاين من فيزياء نيوتن هو ثبات سرعة الضوء، وقانون القصور الذاتي أو مبدأ العطالة.

ثانيًا: المسائل التي عالجتها النسبية الخاصة

يمكننا تسليط الضوء على أهم المسائل الجوهرية في النظرية النسبية الخاصة، وهي: نسبية الحركة، ثباث سرعة الضوء، نسبية المكان والزمان، انكماش الطول وتباطؤ الزمن، تكافؤ الكتلة والطاقة (معادلة أينشتاين الشهيرة: $E = MC^2$)، الزمان كبُعد رابع متصل، تكافؤ الكتلة والطاقة.

1. نسبية الحركة

تستند النسبية الخاصة إلى مبدأ أساسي هو مبدأ النسبية الفيزيائية لكل حركة منتظمة. ويحلل أينشتاين هذا المعنى بقوله: "لقد كان واضحًا في جميع الأزمان أنه لا مفر من اعتبار الحركة (كل حركة) حركة نسبية فقط"[10]. ويقدم مثالَ القطار وسكة الحديد لكي يشرح حقيقة الحركة: يكون كل واحد منهما متحركًا بالنسبة إلى الآخر، العربة (عربة القطار) في حالة حركة بالنسبة إلى سكة الحديد وسكة الحديد في حالة حركة بالنسبة إلى العربة[11]. في الحالة الأولى، تقوم سكة الحديد مقام مجموعة الإسناد، أما في الحالة الأخرى فتقوم العربة مقام مجموعة الإسناد.

(10) ألبرت أينشتاين، **أينشتاين والنظرية النسبية**، ترجمة رمسيس شحاتة (عمان: الأهلية للنشر والتوزيع، 2014)، ص 79.
(11) المرجع نفسه.

على الرغم من أن هذا المبدأ هو من المبادئ الأساسية التي ترتكز عليها النسبية الخاصة، ينبغي عدم الخلط بينه وبين مبدأ النسبية الخاصة، الذي ينص على "أننا إذا صغنا القوانين الطبيعية العامة كما نحصل عليها بالتجربة، باستعمال سكة الحديد كمجموعة إسناد، وعربة القطار كمجموعة إسناد، فإن هذه القوانين العامة (ويقصد بها قوانين الميكانيكا وقانون انتشار الضوء في الفراغ) سيكون لها الشكل نفسه في الحالتين، إذ ليس لأي مجموعة إسناد صفة المواءمة للوصف الفيزيائي للعمليات الفيزيائية على حساب المجموعة الأخرى".

ولا يعني أينشتاين بذلك تكافؤ جميع مجموعات الإسناد في صياغة القوانين الطبيعية؛ فكل ما سعى إليه هو تقديم فرضيات ستبقى رهينة التجربة لتؤكد صحتها أو تثبت بطلانها[12]، وإنما يدل على تكافؤ جميع الأنظمة المرجعية في حالتَي السكون والحركة المنتظمة. وهذا ما يقوله أينشتاين عندما أبقى صلاحية قوانين الحركة عند نيوتن بالنسبة إلى نظام معيّن للعطالة، بمعنى آخر: عندما تتحرك الأجسام بالنسبة إلى نظام مرجعي ثابت أو متحرك حركة منتظمة ومستقيمة[13].

ويمكننا أن نستعين بالمثال الذي يقدّمه برايان غرين (Brian Greene) في كتابه **الكون الأنيق** (*The Elegant Universe*)، لإيضاح مبدأ نسبية الحركة؛ فعلى الرغم من بساطة هذا المبدأ، فإنه يطلق العنان لمخيلتنا كي تسبح في الفضاء، كما فعل جورج وغريس، بطلا المثل التالي:

تخيَّل غرين شخصين يسبحان في الفضاء، الأول جورج والآخَر غريس. يسبح جورج ببطء ويصل إلى غريس فيحيِّيها ويتابع طريقه، ومثله تفعل غريس. كلاهما يشعر أنه ساكن، وأن الآخر هو الذي يتحرك[14]. وعلى الرغم من أن الأسس السليمة للفيزياء تقول بأنه يجب أن يكون أحدهما على صواب والآخَر

---

(12) المرجع نفسه، ص 80.

(13) Balibar, p. 70.

(14) برايان غرين، **الكون الأنيق: الأوتار الفائقة، والأبعاد الدفينة، والبحث عن النظرية النهائية**، ترجمة فتح الله الشيخ (بيروت: المنظمة العربية للترجمة؛ الجزائر: المعهد العالي العربي للترجمة، 2005)، ص 43-44.

على خطأ، فإننا مرغمون على التسليم، ومن خلال النسبية الخاصة، بأن كلًّا من وجهتَي نظر جورج وغريس هي صحيحة بالدرجة نفسها.

يصور هذا المثال، بحسب غرين، معنى مبدأ النسبية، وهو أن مفهوم الحركة نسبي[15]، إذ لا يمكن أن نتصور مفهوم الحركة من دون المقارنات؛ ذلك بأن من غير الصحيح أن يدّعي شخص أنه ساكن بينما يتحرك العالم من حوله. من هنا أيقن أينشتاين، بحسب غرين، بأن لا بد لقوانين الفيزياء كلها من أن تكون واحدة بشكل مطلق بالنسبة إلى جميع الراصدين إذا كانوا في حالة حركة ثابتة السرعة. ويقع هذا المفهوم في صُلب نظرية النسبية الخاصة، التي تستند إلى ركيزة أخرى لا تقل أهمية عن سابقتها، وهي سرعة الضوء.

2. ثبات سرعة الضوء

يشكّل الضوء المكوِّن الثاني الأساسي للنظرية النسبية الخاصة. ويُجمع الفيزيائيون التجريبيون، بعد جهودٍ متتابعة على مدى ما يقارب حوالى قرن من الزمان، على أن الضوء ينتقل بسرعة 670 مليون ميل في الساعة، من دون تحديد نقطة مرجعية للمقارنة (ومن دون تحديد ما إذا كانت مجموعة الإسناد ثابتة أم متحركة)[16].

ويشير أينشتاين في كتابه **أينشتاين والنظرية النسبية** إلى التناقض الظاهري بين قانون انتشار الضوء ومبدأ النسبية، وذلك من خلال أمثلة بسيطة يسهل فهمها عند القارئ ذي الميول العلمية ولو لم يكن من ذوي الاختصاص في علم الفيزياء، فيقول إن أبسط قوانين الفيزياء هو قانون انتشار الضوء في الفراغ، فهذا القانون بات معروفًا حتى عند التلاميذ الصغار، حيث إنه يُحْدث ذلك الانتشار في خطٍّ مستقيم، وبسرعة قدرها 300,000 كلم/ ثا (c = 300,000 km/s)[17].

(15) ستتناول النسبية العامة، كما سنرى لاحقًا، أن الحركة ذات السرعة الثابتة هي مفهوم نسبي، ويختلف الأمر بالنسبة إلى الحركة المتسارعة.
(16) غرين، ص 46.
(17) Balibar, p. 109.

لكن هذا القانون البسيط سيوقع الفيزياء في أكبر المآزق الفكرية، وسيشرح أينشتاين لنا ذلك المأزق، أو كيفية التناقض الظاهري لسرعة الضوء مع النسبية الخاصة، من خلال دحضه نظرية تركيب السرعات التي كانت سائدة في فيزياء نيوتن.

يطلب أينشتاين من القارئ أن يتخيل أن عربة قطار تتحرك على سكة حديد بسرعة قدرها س1 ، وأن رجلًا يعبر العربة طولًا في اتجاه سير القطار بسرعة قدرها س2، فما هي السرعة التي يتحرك بها ذلك الرجل بالنسبة إلى سكة الحديد؟ فإذا ظل الرجل ساكنًا مدة ثانية واحدة في عربة القطار، فإن سرعته بالنسبة إلى سكة الحديد ستكون مساوية لسرعة القطار، أما إذا تحرك بسرعة معيّنة (س2 مثلًا)، فإن سرعته بالنسبة إلى السكة ستصبح على الشكل التالي:

س = س1 + س2 $(V = v1 + v2)$

هذه النظرية تُسمّى في الفيزياء الكلاسيكية نظرية "تركيب السرعات"، وهي نظرية لا يمكن الاحتفاظ بها، لأنها ستدحض قانون انتشار الضوء في الفراغ[18]. فإذا أرسلنا شعاعًا ضوئيًّا على طول طريق سكة الحديد، فإن رأس هذا الشعاع يتحرك بسرعة س3 بالنسبة إلى الطريق، ولكن إذا تخيلنا أن عربة القطار تسير بسرعة ثابتة قدرها س1 في اتجاه شعاع الضوء نفسه، فماذا ستكون سرعة انتشار الضوء بالنسبة إلى عربة القطار؟ ستكون، وفقًا للمعادلة السابقة:

س= س3 − س1 $V= (v3 - v1)$

س: سرعة الضوء بالنسبة إلى العربة (v)

س3 : سرعة الضوء بالنسبة إلى سكة الحديد $(v3)$

س1 : سرعة القطار بالنسبة إلى سكة الحديد، في اتجاه شعاع الضوء $(v1)$

وبحسب هذه المعادلة، سيكون انتشار الضوء بالنسبة إلى العربة أقل من سرعته بالنسبة إلى سكة الحديد، ما يعني أن سرعة الضوء تغيرت، وهذا مخالف لقانون انتشار الضوء الذي ينص على أن سرعة الضوء ثابتة لا تتغير، ومخالف لمبدأ النسبية الذي يقول بـ "أن قانون انتشار الضوء في الفراغ، ككل قانون طبيعي

(18) أينشتاين، ص 32.

آخر، يجب ان يظل واحدًا، سواء أكانت مجموعة الإسناد هي طريق السكة الحديدية أو العربة"[19].

إزاء هذا التناقض، يُستحسن الاستغناء عن مبدأ من المبدأين: مبدأ النسبية، أو قانون انتشار الضوء في الفراغ. إلا أن الأبحاث النظرية في الظواهر الدينامية الكهربية والظواهر الضوئية المتعلقة بالأجسام المتحركة، إضافة إلى التجارب في حقول[20] الظواهر الكهرومغناطيسية، "تستلزم الاحتفاظ بقانون ثبات سرعة الضوء في الفراغ"[21].

نتيجة لتلك الأزمة، فإن نظرية النسبية الخاصة ستقدم خلاصة لتحليل تصورات الفيزياء عن المكان والزمان، مفادها أن ليس ثمة أثر في الحقيقة لأي تعارض بين مبدأ النسبية وقانون انتشار الضوء، و"أننا إذا تمسكنا بانتظام هذيْن القانونين، نستطيع الوصول إلى نظرية متماسكة منطقيًّا"[22].

وينتج من ذلك أيضًا أن تتخلى الفيزياء عن كثير من المفاهيم السائدة، ومنها مفهوم التزامن، الذي يبين أن الآنية هي مفهوم كوني يتفق عليه الناس كلهم من دون النظر إلى حالة الحركة التي يكون عليها الملاحظ. وذلك يعني أن ليس هناك وجود لساعة كونية تدق عقاربها الساعات والدقائق والثواني نفسها على الأرض وعلى المريخ وعلى المشتري، وفي كل ركن من أركان الكون، لأن المشاهدين الموجودين في حركة نسبية لن يتفقوا على أن الأحداث تحصل في الزمن نفسه. إلا أن التفاوت في زمن هذه الأحداث يعود إلى أن التأثيرات التي تتركها متناهية الضآلة، عندما يتعلق الأمر بالسرعات التي نتعامل معها في حياتنا اليومية. أما في السرعات العالية، فإن التأثيرات المذهلة للنسبية الخاصة تصبح أكثر وضوحًا[23]،

---

(19) المرجع نفسه، ص 32. يجدر أن يشار إلى أن مجموعة الإسناد (Référence) هي المرجع الثابت الذي تتحرك بالنسبة إليه الأجسام التي تخضع حركتها للدراسة.

(20) يقول أينشتاين في كتابه **كيف أرى العالم** إن من خلال مفهوم فاراداي يوجد، إضافة إلى النقطة المادية وحركتها، نوع جديد من الموضوعات الفيزيائية الحقيقية، وهو ما نسميه "الحقل":
Einstein, p. 168.

(21) أينشتاين، ص 33.

(22) المرجع نفسه.

(23) غرين، ص 52.

فبحسب النظرية النسبية، لا يصلح قانون الحركة عند نيوتن إلا في حدود السرعات الصغيرة. وسيظهر قانون جديد للحركة يحل محل الأول ويبرهن أن سرعة الضوء في الفراغ هي سرعة قصوى[24].

3. نسبية المكان والزمان

أدى ثبات سرعة الضوء إلى إحلال النظرة التقليدية للمكان والزمان كبنى جامدة موضوعية، ولها صفة المطلق، بمفهوم جديد هو الزمكان، الذي يعتمد فيه الزمان والمكان بشكل خاص على الحركة النسبية بين الراصد والمرصود (فكل واحد منهما هو متحرك بالنسبة إلى الآخر). وكثيرًا ما يُلقي حدسنا المألوف الضوء على كثير من الظواهر، من خلال وسائل معيّنة تختلف معها وجهات نظر الراصدين أو الأشخاص الذين يقومون بالمراقبة، فالأشجار على جانبي الطريق مثلًا، تبدو ساكنة لشخصٍ يقف بالقرب منها، لكنها تبدو متحركة بالنسبة إلى سائق سيارة يقود سيارته بسرعة معيّنة. إلا أن الفروق في ملاحظة كِلا الراصدين (الواقف والسائق) لا تقف عند هذا الحد بحسب النسبية الخاصة، وإنما تتعداها إلى فروق أكثر حدة ودقة، مفادها أنه سيكون لراصدَي الحركة النسبية تقييم مختلف للمسافة وللزمان: فلو أن كلًّا من شخصين يحمل ساعة يد مماثلة للأخرى، ويتحرك أحدهما بالنسبة إلى الآخر، فإن دقات ساعتيهما ستختلف، وبالتالي لن يتفقا على مقدار الزمن الذي يمضي بين حادثيْن معيَّنين.

تُبيّن النسبية الخاصة أن ما يسبب الفرق بين دقات الساعتين ليس اختلاف في دقة الساعتين وإنما في طبيعة الزمن نفسه. يندرج في السياق عينه أن الراصدِين المتحركِين بعضهم بالنسبة إلى بعض، والذين يقيسون الزمن، لن يحصلوا على النتيجة نفسها، ولا يرجع ذلك إلى عدم دقة وسيلة القياس أو خطأ في القياس، وإنما يتغير إحساس الراصد في المكان والزمان، إذ لا يحسَهما كل إنسان بالقيمة نفسها، أيَ لا يقدّر لهما المسافة نفسها أو الفترة الزمنية نفسها[25].

وبذلك، تحل النسبية الخاصة مشكلة الفروق في حدسنا عن الحركة والزمن،

---

(24) Einstein, p. 169.

(25) غرين، ص 40-41.

عندما تقول بأن المسؤول عن تلك الفروق هو الراصد. وعلى الرغم من أنها أثبتت خطأ النظرة إلى المكان والزمان على أنهما أمران مُطلقان، فإن من الصعب فعلًا أن يتغير حدسنا بشأنهما، العادي منه والمألوف، فالنسبية الخاصة لم ترسخ في نفوسنا بعد، كما يرى غرين، لأننا لا نشعر بها، ولأن مضامينها لا تمثل جزءًا أساسيًّا في حدسنا، إذ إن تأثيرها لا يظهر بشكل واضح في السرعات العادية، وإنما يحتاج إلى سرعات تقارِب جزءًا من سرعة الضوء[26]. ولعله محق في رأيه، لأننا اعتدنا نوعًا من الحدس المشترك بين جميع الناس يتآلف مع عاداتنا الذهنية إزاء التفكير في الأشياء الماثلة أمامنا، على اعتبار أن كل ما يجري في العالم قابل لأن يتمثّل منطقيًّا في العقل الذي يسعى دائمًا إلى التقاط المتماثلات.

لقد بينت التجارب أن هناك بالفعل فروقًا معيّنة بين الإدراك الحسي للمكان والزمان عند الأشخاص المستقرين على سطح الأرض، والإدراك الحسي عند الأشخاص المسافرين في سيارات أو طائرات، إلا أن تأثير النسبية الخاصة سيبدو جليًّا عند الأشخاص المسافرين في مركبة فضائية مستقبلية، و"يحتاج مثل هذا الأمر إلى بعض الخيال العلمي"[27].

من جهة أخرى، تفترض النسبية الخاصة أن مفهوم الزمن نسبي، لأن ليس من زمن موحد لكل الأنظمة القصورية. يقول أينشتاين في كتابه **كيف أرى العالم**: "إن قانون ثبات سرعة الضوء في المكان الخالي مدعم بتطور الكهرودوناميكية والبصريات، يُعطي نفس الأحقية لكل الأنظمة القصورية (مبدأ النسبية الخاصة)، والتي كشفت بطريقة لا جدال فيها، عن طريق تجربة ميكلسون الشهيرة، وأقنعت منذ البداية بالتفكير، بأن مفهوم الزمن يجب أن يكون نسبيًّا، لأن كل نظام عطالة يوجب أن يكون له زمنه الخاص"[28].

وإذا كان الزمن يتغير من نظام عطالة إلى آخر، فذلك يعني أنه سيتغير من ملاحِظ إلى آخر. فإذا أراد شخصان أن يقيسا المدة التي تقطعها سيارة معيّنة بسرعة 120 ميلًا في الساعة، بحيث يكون الأول داخلها والآخَر خارجها، فإن

(26) المرجع نفسه، ص 41.
(27) المرجع نفسه.
(28) Einstein, p. 137.

ساعة الأول ستسجل زمنًا مقداره 29.2599999 ثانية، أما ساعة الآخَر، فتسجل زمنًا مقداره 30 ثانية، أي أقل من الزمن الآخَر أو المدة الأخرى بمقدار ضئيل جدًّا. ومن الطبيعي إلى حد بعيد أن يكون هذا الفرق من الصغر بحيث لا يمكن أن يُقاس إلا بأجهزة تفوق قدرتها أجهزة القياس العادية، ومن هنا كان عدم قدرة خبرتنا اليومية على كشف حقيقة أن مرور الزمن يعتمد على حالة الحركة[29].

4. نفي الآنية أو التزامن

يشرح أينشتاين في كتابه **أينشتاين والنظرية النسبية**، كيف أن فكرة الزمن ما عادت هي نفسها في الفيزياء، وأضحت نسبية متعلقة بمجموعة الإسناد التي تشكّل منظومتها المرجعية الخاصة، والتي يتحدد بها وجود زمان في الأصل. ولكي يقرّب أينشتاين هذه الفكرة إلى الأذهان، يحاول أن يبيّن كيف أن مفهوم "الآنية" أو "التزامن" تغيَّر وما عاد مفهومًا مطلقًا كما كانت الفيزياء الكلاسيكية تعتبره.

يطلب أينشتاين من قارئ كتابه أن يفترض أن صاعقتين جويتين أصابتا قضبان سكة الحديد في مكانين متباعدين (أ) و(ب)، وأن يفترض أن مؤلف الكتاب نفسَه أكد له أن هاتين الصاعقتين حدثتا في وقت واحد. فهل لهذا القول من معنى؟ يتساءل أينشتاين[30]. طبعًا، ستكون الإجابة بالإيجاب. والأمر هذا كان يبدو سهلًا بالنسبة إلى ما هو متعارف عليه في الفيزياء الكلاسيكية، إلا أن الملاحظة العينية التي جعلت من تلك الظاهرة أمرًا واضحًا لا يحتاج إلى تفسير، ما عادت مُرضية، ففي عالم الفيزياء الحديثة، لا يوجد تصوُّر للآنية أو التزامن ما لم يكن هناك دليل يؤكد أن ذلك الحدوث حدث فعلًا بشكل آني أم لا. ذلك أن شرط حدوث الآنية هو، بالنسبة إلى أينشتاين وإلى أي عالِم آخر، هو إمكانية التحقق من حدوث الآنية فعلًا بواسطة الوسائل التجريبية، وإلا لن تكون هناك آنية من الأصل[31].

هكذا أبطل أينشتاين الاعتقاد السائد منذ عصر نيوتن وحتى ظهور النسبية الخاصة، وهو أن الزمان سيل منبثٌّ في جميع أرجاء الكون، وليس له علاقة بأي

---

(29) غرين، ص 43.

(30) أينشتاين، ص 36.

(31) المرجع نفسه. مجموعة إحداثيات = مجموعة إسناد.

شيء خارجي. والأمر نفسه فعله أينشتاين إزاء مفهوم الآنية أو التزامن، حينما اعتبر "أن الدوغمائية التي كانت تصف التزامن على أنه خاصية مطلقة سُفهت بعد اكتشاف قانون انتشار الضوء"[32].

ويقدم أينشتاين وسيلة للتحقق من الآنية، وهي أن نضع راصدًا في نقطة وسط (س) مزوّدًا بمرآتين متعامدتين مثلًا، تُمكّنانه من رؤية نقطتين، (أ) (ب)، تبعدان مسافة متساوية عن نقطة الوسط (س). فإذا رأى هذا الراصد الصاعقتين في وقتٍ واحد فذلك يعني أنهما آنيتان[33].

إلا ان هذه الوسيلة تبدو بالنسبة إليه غير كافية، إذ ليس هناك سوى شرط واحد يجب أن يتوافر في تعريف الآنية لكي يصح، وهو أن في كل حالة واقعية يجب أن يمكّننا هذا التعريف من أن نقررَ تجريبيًّا ما إذا كانت الحالة التي ندرسها قد تحققت فعلًا أم لم تتحقق[34].

في المقابل، يمكن القول إن الأرضية التي ينطلق منها أينشتاين كعالِم فيزياء، هي أرضية تجربة فكرية خالصة يرى فيها ضرورة ربط المفهوم الفيزيائي (مفهوم الآنية أو التزامن) بالواقع الممكن تحقيقه، لكي يكون له معنًى أولًا، ومن ثم ليكون هناك استفادة من تحققه على صعيد الفيزياء من زاوية مختلفة في الدرجة الثانية. وربما يكون هذا العمل أثّر في العلم وفي فلسفة العلم على حدٍّ سواء، وهو ما أدى إلى ظهور الفلسفة الإجرائية مع بيرسي برِدجمان (Percy Bridgman) الذي يعترف بذلك[35]. وبناءً على ما تقدم، ينتقد أينشتاين تسليم الفيزياء الأعمى بأن الزمن أمرٌ مطلق، أو مفهوم مطلق، أي أنه مستقل عن حالة الحركة أو السكون التي تكون عليها مجموعة الإسناد، فهو بيّن لنا أن هذا الزعم بشأن إطلاقية الزمن لا يتناسب مع تصور الآنية الطبيعي جدًّا[36].

---

(32) Balibar, p. 109.

(33) مشهد العلاف، **فلسفة العلم الإجرائية: بين أينشتاين وبرجمان** (دمشق: دار نينوى للدراسات والنشر والتوزيع، 2014)، ص 89-90.

(34) أينشتاين، ص 36.

(35) المرجع نفسه، ص 36.

(36) المرجع نفسه.

وبذلك، ينسف أينشتاين ونظرية النسبية الخاصة النسق النيوتني الذي ساد فترة طويلة شكّلت إطلاقية الزمن خلالها إحدى دعائمه، فالزمن الذي كان ينظر إليه نظرة مطلقة على اعتبار الانفصال بينه وبين حركة الجسم، أصبح مرتبطًا على نحوٍ نسبي بحركة الجسم بالنسبة إلى منظومته المرجعية (مجموعة الإسناد أو الإحداثيات)، الأمر الذي يستوجب تغيير الحدس العادي والمألوف في الفيزياء، واستبداله بحدسٍ جديد.

5. تأثير الحركة في مرور الزمن

لا شك في أن مفهوم الزمن مفهوم فضفاض، لا يمكن حصره في تعريف محدد. إلا أنه في اللغة الفيزيائية "الشيء الذي تقيسه الساعة" التي لها عقارب تدور وتتحرك في دورات منتظمة. وما نفعله في الواقع هو أننا نحسب الزمن المنصرم بعدد الدورات التي تحدثها العقارب. وهذه الدورات تعبّر عن حركة تامة الانتظام، وتشير إلى فترات زمنية متساوية لكل دورة. وما ساعات أجدادنا ذات البندول (Pendule) الذي يتأرجح يمينًا ويسارًا، والساعات الذرية إلا أمثلة بسيطة لدورات منتظمة تدل على مرور الزمن[37].

ولمّا كان الهدف من ذلك العرض معرفة ما إذا كانت الحركة تؤثر في مرور الزمن، أي تؤثر في دقات الساعات كلها، بغض النظر عن تعميمها، يعرض لنا غرين أكثر الساعات بساطة من حيث المفهوم، وأكثرها بُعدًا عن أن تكون عملية بحسب قوله، وهي "الساعة الضوئية" التي تكون بين مرآتين صغيرتين محمولتين على سنادة، إحداهما في مواجهة الأخرى، وبينهما فوتون وحيد، يتأرجح جيئة وذهابًا، حيث تدق الساعة كلما أكمل الفوتون دورة واحدة[38]. وتُحسب دورة الفوتون على شكل تقديري، فإذا استغرق الفوتون حوالى جزء من مليار من الثانية ليكمل دورة كاملة، فإن دقات الساعة الضوئية قد تحدث كل مرة يكمل منها الفوتون دورته، وبذلك فإن مليار دقة تعني مرور ثانية واحدة[39].

(37) غرين، ص 53.
(38) المرجع نفسه، ص 53-54.
(39) المرجع نفسه.

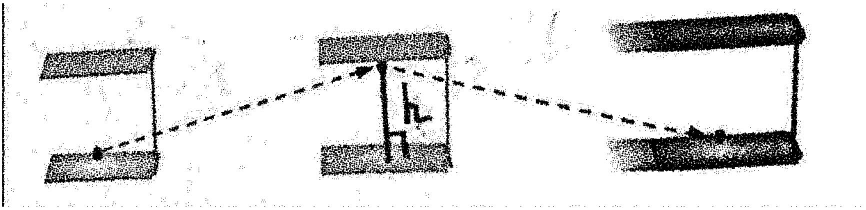
ولكن، هل ستكون سرعة الفوتون نفسها إذا كانت الساعة الضوئية متحركة بسرعة ثابتة؟

ستُجرى تجربة مقارنة بين سرعة الفوتون في ساعة ضوئية ثابتة وسرعته في ساعة ضوئية متحركة، أو منزلقة بسرعة ثابتة، كما يبيّن الشكل أدناه:

الشكل (4-1)

فوتون متحرك في ساعة ضوئية متحركة

يكمل دورته على شكل ضلعَي مثلث



المصدر: برايان غرين، **الكون الأنيق: الأوتار الفائقة، والأبعاد الدفينة، والبحث عن النظرية النهائية،** ترجمة فتح الله الشيخ (بيروت: المنظمة العربية للترجمة؛ الجزائر: المعهد العالي العربي للترجمة، 2005)، ص 55.

تتنبأ نتائج التجربة بأن الساعة الضوئية المتحركة تدقُّ أبطأ من الساعة الضوئية الساكنة، على الرغم من أن فوتونات الساعة المنزلقة تنتقل بسرعة فوتونات الساعة الساكنة. وبما أن عدد دقات الساعة الضوئية يعكس مباشرة الوقت المنصرم، فإن مرور الزمن سيصبح أبطأ بالنسبة إلى الساعة المتحركة، فكلما ازدادت سرعة انزلاق الساعة، بعُدت المسافة التي يجب على الفوتون أن يقطعها في اتجاه اليمين، ونستنتج من ذلك أن معدل دقات الساعة المنزلقة لا بد أن يصبح أقل فأقل كلما زادت سرعتها بالنسبة إلى الساعة الساكنة[40].

ويتبين لنا ذلك الفرق من خلال معادلات فيزيائية سنحاول تفسيرها على الشكل التالي[41]:

(40) المرجع نفسه، ص 55-56.

(41) المرجع نفسه. إذا أردنا أن نفصّل قليلًا ما ترمز إليه تلك المعادلة، يمكننا أن نقول إن $d = v.t$ هي المسافة التي يقطعها الفوتون من الوضعية الأولى إلى الوضعية الثالثة، أما المسافة التي يقطعها من =

في الحالة الساكنة (تكون المسافة التي يقطعها الفوتون مساوية "هـ"، أي الارتفاع) (d = h). أما في حالة الساعة الضوئية المتحركة، فتصبح المسافة:

$$D = 2\sqrt{((V.t/2)2)} + h2$$

فإذا ازدادت المسافة التي يقطعها الفوتون، فذلك يعني أن دقة واحدة في الساعة المتحركة تستغرق وقتًا أطول من الساعة الساكنة. إلا أننا لا نلاحظ فرق الزمن في السرعات البطيئة التي نتحركها نحن، نسبة إلى سرعة الضوء.

والنتيجة المستقاة من نظرية النسبية الخاصة هي أن الزمن يمر بصورة أبطأ بالنسبة إلى شخص يتحرك منه إلى شخص ساكن. ولا ينطبق هذا الأمر على الزمن الذي تقيسه الساعات فحسب، وإنما ينطبق أيضًا على الزمن الذي تقيسه ضربات القلب وتحلل أعضاء الجسم، وربما على العمر الذي يجب أن يعيشه الإنسان. فإذا استطاع الإنسان أن يتحرك بسرعة جسيمات من العالم الأصغر، كـ "الميونات" (muons) التي فتحت الباب لما يُعرف الآن باسم "حديقة الجسيمات"[42]، فإن العمر المتوقع له سيزداد، وبدلًا من أن يعيش 70 سنة، فإنه سيعيش 700 سنة[43].

وبالمثل، فكما تؤثّر الحركة في مرور الزمن فتجعله يتباطأ، فإنها تؤثّر أيضًا في طول الجسم. بناء عليه، وبحسب النسبية الخاصة: إذا تحرك جسم معيَّن بسرعة

= الوضعية الأولى إلى الوضعية الثانية، فهي $d_1 = v.t/2$، في حين أن المسافة التي يقطعها من الوضعية الثانية إلى الوضعية الثالثة هي: $d_2 = v.t/2$. وإذا طبّقنا قاعدة فيثاغورس في المثلث ذي الزاوية القائمة، فسنحصل على المعادلة التالية v^2 $t^2 = (c.t/2)^2 + h^2 = (v.t/2)^2 + h^2$.

(42) شادي عبد الحافظ، "نتائج أهم تجربة في العالم... هل نحن على مشارف فيزياء جديدة تمامًا؟!"، **الجزيرة نت**، 7/ 4/ 2021، في: https://tinyurl.com/3ws8sr4n

(43) المرجع نفسه، ص 58. في تشرين الأول/ أكتوبر 1971، قام كلٌّ من جوزف هافيل (Joseph Hafele) (من جامعة واشنطن في سانت لويس) وريتشارد كيتنغ (Richard Keating) (من مرصد البحرية للولايات المتحدة) بوضع ساعات ذرية ذات شعاع السيزيوم على متن طائرات تجارية طارت بها حوالى 40 ساعة. تزعم النسبية الخاصة أن الزمن الكلي الذي تسجله الساعة الذرية لا بد من أن يكون أقل من الزمن المنصرم والمسجَّل بساعة مماثلة ساكنة على الأرض. وهذا ما وجده بالضبط هافيل وكيتنغ: وهو أن الزمن يتباطأ بالفعل في الساعة المتحركة.

مساوية تقريبًا لـ 98 في المئة من سرعة الضوء، فإن الراصد الساكن سيرى أن الجسم قصر بمقدار 80 في المئة عن طوله في حالة السكون[44]، الأمر الذي سيؤدي إلى ولادة مفهوم فيزيائي جديد، وهو "الزمكان" الذي كان غائبًا عن الفيزياء الكلاسيكية، ويعود الفضل في ذلك إلى النسبية الخاصة التي قلبت معايير الحدس المألوف للفيزياء الكلاسيكية. فتأثير الحركة ما عاد متوقفًا على الزمان، وإنما يضاف إليه تأثيرها في توأمة المكان، وسيصبح بمقدورنا أن نقول إن الحركة تؤثر في الزمكان.

6. الزمان بُعدًا رابعًا متصلًا

قد يظن البعض أن فكرة البُعد الرابع في الفيزياء ظهرت مع أينشتاين الذي قوّض البناء الفيزيائي للطبيعة والكون. إلا أن أينشتاين يصرح في كتابه **أينشتاين ونظرية النسبية** بأن هذه الفكرة كانت موجودة في الفيزياء الكلاسيكية من قبل؛ فقد كانت الحادثة تتحدد بأربعة أبعاد، ثلاثِ إحداثيات مكانية، وإحداثيةٍ زمنية واحدة. وهكذا ينقسم المتصل الرباعي الأبعاد موضوعيًّا، وتبعًا للميكانيكا الكلاسيكية، إلى زمن أحادي الأبعاد، وإلى قطاعات مكانية ثلاثية الأبعاد[45]. وذلك يعني أن الزمن كبُعدٍ رابع، كان موجودًا في الفيزياء الكلاسيكية، لكنه غير متصل بالأبعاد المكانية الثلاثة، وما أحدثته الفيزياء مع آلان هو جعل الزمن بُعدًا رابعًا متصلًا بالأبعاد المكانية الثلاثة، فأصبح الزمن-المكان متصلًا رباعي الأبعاد، غير قابل للانقسام موضوعيًّا. يقول أينشتاين لتأكيد هذه الفكرة: "إن أينشتاين تفقّد بالنسبة إلى العالم الذي هو امتداد فضائي، معناها الموضوعي، ولأجل هذا يجب اعتبار الزمان والمكان متصلًا رباعي الأبعاد، غير قابل للانقسام موضوعيًّا"[46].

وكما بات معروفًا، فإن الزمن الذي كان مطلقًا في الفيزياء الكلاسيكية ما عاد كذلك مع النسبية الخاصة، حينما أصبح نسبيًّا ويتعلق بمجموعة إسناد مختارة

---

(44) المرجع نفسه، ص 63.

(45) أينشتاين، ص 178.

(46) المرجع نفسه، ص 189.

"إن الزمن في الميكانيكا الكلاسيكة مطلق، ولكن الزمن من وجهة نظر النسبية الخاصة ليس كذلك. صحيح أن جماع الحوادث الآنية مع حادثة مختارة قائم بالنسبة إلى مجموعة قصورية خاصة، ولكن لم يعد مستقلًّا عن اختيار مجموعة الإسناد"(47).

وهكذا، ما عاد الزمان بُعدًا موضوعيًّا مستقلًّا عن أي حركة، وإنما سيصبح بُعدًا رابعًا من أبعاد الكون، ما يعني أن الزمان أصبح بُعدًا رابعًا للكون، سيشابه بشكل أو بآخر الأبعاد المكانية الثلاثة (طول-عرض-ارتفاع)، التي اعتدنا عليها في حياتنا اليومية(48). وعلى الرغم من أن مفهوم الزمن هو مفهوم مجرد، فإن وجوده كبُعدٍ رابع بات شيئًا مؤكَّدًا.

بدأت هذه الفكرة مع عالِم الرياضيات هيرمان مينكوفسكي (Hermann Minkowsky)، الذي تحدث عنه أينشتاين في فصل من كتابه **أينشتاين والنظرية النسبية**، تحت مسمّى "فضاء مينكوفسكي الرباعي الأبعاد"، وكان يقصد بذلك أن الفضاء عند مينكوفسكي رباعي الأبعاد، لكنه غير متصل. ولكي نفهم ما يقصده أينشتاين بذلك، نستعين بما قاله في كتابه **كيف أرى العالم**: "إن المتصل ذي [كذا] الأبعاد الأربعة، المتحقق باتحاد الزمان-المكان (الزمكان)، يحافظ من خلال النسبية الخاصة على الطابع المطلق له. وبحسب النظريات السابقة، كان كلٌّ من الزمان والمكان يؤخذ على حدة (مينكوفسكي)"(49).

يتحدث أينشتاين في الكتاب نفسه عن فضاء مينكوفسكي الرباعي الأبعاد، ويشرح كيف يصبح الزمان بُعدًا رابعًا في المكان المتصل، الذي كان ثلاثي الأبعاد في الفضاء الغاليلي(50)؛ ففي المكان الثلاثي الأبعاد المتصل، يُحدد موضع النقطة الساكنة بواسطة ثلاثة أعداد (إحداثيات) (x,y,z). وهناك عددٌ لا نهائي من النقاط المتجاورة، يحدد موضع أيٍّ منها إحداثيات معيّنة (x_1,y_1,z_1) يمكن أن تكون قريبة،

(47) المرجع نفسه، ص 188.
(48) غرين، ص 66.
(49) Einstein, p. 137.
(50) أينشتاين، ص 73.

وبالدرجة التي يختارها، إلى الإحداثيات (x,y,z) الخاصة بالنقطة الأولى، ولهذا السبب يسمّى المتصل المكاني. ولأن لها إحداثيات ثلاثًا، فإننا نقول عن المكان إنه ثلاثي الأبعاد[51].

ويشير أينشتاين إلى أن مينكوفسكي يسمّي الظواهر الطبيعية بـ"العالم"، ويعتبرها رباعية الأبعاد، بالمعنى الزماني-المكاني، لأنها تتكون من حوادث فردية يعيّن كل واحدٍ منها أربع إحداثيات، ثلاث منها مكانية وواحدة زمانية[52].

وهكذا، ما عاد الزمان والمكان مفهومَين مطلَقين مستقلَّين عن موضع مجموعة الإسناد وحالتها من الحركة، كما كانت العادة في الميكانيكا الكلاسيكية. ويجدر أن يشار هنا إلى أن أينشتاين لم يُنكر الخاصية المطلقة للزمان والمكان إنكارًا تامًّا، بل أبقى عليها لجهة قبولهما القياس: "بحسب النسبية الخاصة، تحافظ إحداثيات المكان والزمان على خاصية المطلق، لأنهما قابلان للقياس عن طريق الساعات والأجسام الجامدة. لكنهما يصبحان نسبيين لأنهما يتعلقان بحالة الحركة التي يخضع لها نظام العطالة الذي تم اختياره"[53].

ينتج من ذلك تأثير الحركة على شكل الأجسام وسير الساعات وتعادل الطاقة مع الكتلة القصورية: "من خلال تحليل الإحداثيات والزمن كنتائج للقياس، نصل إلى تأثير الحركة (النسبية التي ترجع إلى نظام إحداثيات)، على شكل الأجسام وسير الساعات والتعادل بين الطاقة والكتلة القصورية"[54].

يترتب عمّا تقدَّم أن السرعة الثابتة يمكن أن تتقاسمها أربعة أبعاد (ثلاثة أبعاد مكانية وبُعد زماني واحد). وسيتغير التأثر بالحركة بين الأبعاد المكانية والأبعاد الزمانية تغيرًا انعكاسيًّا، فالثبات في المكان يعني حركة في الزمان، أي أن حركة الأول تؤدي إلى تباطؤ الآخَر، والعكس صحيح. فإذا كان هناك جسم ثابت لا يتحرك (بالنسبة إلينا) ولا يتحرك خلال المكان، فإن حركته ستُستهلك للانتقال

---

(51) المرجع نفسه.
(52) المرجع نفسه، ص 74.
(53) Einstein, p. 137.
(54) Ibid., p. 137.

في بُعدٍ واحد، هو البُعد الزمني. وإذا تحرك جسم بسرعة أبطأ خلال الزمن، فإن جزءًا من حركته يُستخدم في التحرك خلال المكان. بناء عليه، فإن الزمن يتباطأ عندما يتحرك جسمٌ بالنسبة إلينا، لأن ذلك يُحوّل بعضًا من حركته خلال الزمن إلى حركة خلال المكان. وبالتالي، فإن سرعة الجسم خلال المكان هي مجرد انعكاس لكمية الحركة التي تحولت من حركته خلال الزمان[55].

ولعلنا نستنتج أن أي جسم يتحرك بسرعة الضوء خلال المكان لن يتبقى له من السرعة ما يسمح له بالحركة خلال الزمن. ولذلك، فإن الضوء لا يتقدم في العمر، لأن الوقت لا يمر عند سرعته. وهذا ما جعل علماء الفيزياء يقولون إن "عمر الفوتون لحظة الانفجار الهائل، هو نفسه عمره الآن"[56].

7. تكافؤ الكتلة والطاقة

لم تكتمل نظرية النسبية الخاصة مع أينشتاين إلا في معادلته الشهيرة $E = mc^2$، حينما أراد أن يطلق عليها اسم نظرية "عدم التغيير" بدلًا من النسبية[57]. ويمكن أن نشرحها، بحسب هايزنبرغ، بمبدأ "تكافؤ الكتلة والطاقة أو قصور الطاقة الذاتي"، ما يعني أن كل طاقة تستتبعها كتلة، ويتوحد في هذه الحال قانونا حفظ الكتلة وحفظ الطاقة في قانون واحد يسمّى قانون حفظ الطاقة أو الكتلة[58].

يصرح أينشتاين في كتابه **كيف أرى العالم** بأن نظرية ماكسويل- لورنتز (Lorentz) أدت إلى النسبية الخاصة، التي أبدت في توجهها إلى هدم خيال التزامن المطلق معارضتها وجود القوى التي تتبادل التأثر عن بُعد؛ فبحسب هذه النظرية، ما عادت الكتلة قيمةً ثابتة وإنما تتغير بحسب ما تحتويه من طاقة، حتى لو كانت معادلة لها[59].

(55) غرين، ص 66-67.

(56) المرجع نفسه، ص 68.

(57) عماد عصام، "نظرية النسبية الخاصة في حياة أينشتاين كما لم تشاهدها من قبل"، موقع يوتيوب "العلم بالملعقة"، 16/ 4/ 2022، في: https://tinyurl.com/yrxfv2kf

(58) هايزنبرغ، ص 130.

(59) Einstein, p. 169.

ويؤكد أينشتاين وجود تلازم بين الكتلة (m) والطاقة (E)، حيث إن كل واحدة منهما تتحدد بوجود الأخرى: "كل طاقة تقاوم تغير الحركة، كل طاقة تتصرف مثل المادة، فقطعة حديد تزن أكثر عندما تُحمى إلى الأحمر منها وهي باردة. الإشعاعات الشمسية تنبعث في الفضاء وتمتلك الطاقة. وبالتالي، فإن الشمس والنجوم تفقد من كتلتها بالإشعاع"[60].

ولعل الثورة التي قلبت مفاهيم الميكانيكا الكلاسيكية قد بلغت ذروتها مع هذه المعادلة التي نسفت أشهر قانونَين فيزيائيين، وهما قانون حفظ الطاقة وقانون حفظ الكتلة. لقد أدخلت الفيزياء الكلاسيكية جوهرين: المادة والطاقة، حيث إن للأولى وزنًا فيما الأخرى بلا وزن. وكان لدينا في الفيزياء الكلاسيكية قانونا حفظ: أحدهما للمادة والآخَر للكتلة. لكن الفيزياء الحديثة لم تحافظ على هذا التصميم المؤلَّف من جوهرين وقانونَيْ حفظ، فطبقًا للنظرية النسبية، ليس هنالك من تمييز أساسي بين الكتلة والطاقة، فللطاقة كتلة، والكتلة تمثل الطاقة. وبدلًا من قانونَي حفظ، ليس لدينا سوى قانون واحد هو قانون حفظ الكتلة–الطاقة. هذا التصميم الجديد كشف عن تطور خصب في الفيزياء[61]:

فالعلاقة بين الكتلة (m) والطاقة (E) هي علاقة تبدلية أو تحولية، أي إن كل واحدة منهما يمكن أن تتحول إلى الأخرى، حيث يمكن تحديد الطاقة من خلال تعيين الكتلة، والعكس صحيح ($E = m.c^2$)، وذلك يفسر كيف أن معدل التغيير الذي يساوي مربع سرعة الضوء ثابت دائمًا وأبدًا. ولأن هذا المعدل كبير جدًا، فإن الكتلة الصغيرة تنتج طاقة هائلة. ولعل هذه المعادلة تقدم لنا، بحسب غرين، التفسير الأقوى والأصلب للحقيقة التي تقول باستحالة انتقال أي شيء أسرع من الضوء[62]، فكلما زادت سرعة جسم، زادت طاقته. ومن معادلة أينشتاين، نرى أن كلما زادت طاقة أي شيء، زادت كتلته.

ويطرح غرين مثالًا لـ"الميونات" التي إذا انتقلت بسرعة 9.99 في المئة من سرعة الضوء، فإن كتلتها ستزيد عن الميونات الساكنة، وستكون أثقل بـ 22 مرة

---

(60) Einstein & Infeld, p. 186.

(61) Ibid.

(62) غرين، ص 69.

من قريناتها. وحيث إن كتلة الميون تزيد من دون حدود إذا اقتربت سرعتها من سرعة الضوء، فإن الأمر سيتطلب دفعة بكمية هائلة ولانهائية من الطاقة. ولذلك لا يوجد أي شيء مطلقًا يستطيع الانتقال بسرعة تفوق سرعة الضوء[63].

ولعل الجديد في هذه المسألة هو إمكانية تحوّل كل واحدة منها إلى الأخرى. وهذا ما يفسر ظهور أشياء من العدم، أو بمعنى فيزيائي، ظهور الشيء من اللاشيء، كظهور مادة من الطاقة.

فإذا كانت مسألة الخلق ترتبط بمسألة العدم في الفلسفات القديمة، فإنها ستنبثق منه في الفيزياء الحديثة. ولا شك في أن مفهوم العدم في المنظور الفلسفي يختلف اختلافًا جذريًّا عنه في الفيزياء الحديثة، فالفلاسفة القدماء، خصوصًا الأفلاطونيين، اعتبروا أن المكان الخالي من المادة هو عدم، وأن الخلاء هو المكان الخالي من الأجسام[64]. طبعًا، لا يُقصد هنا العدم المُطلق الذي يسبق الوجود، وإنما ما تنعدم فيه المادة، التي نعني بها المادة الملموسة.

أما في الفيزياء الحديثة، وبحسب ما تقدمه النظرية النسبية، فإن المكان الخالي من المادة ليس عدمًا، بل هو إمكانٌ لنشوء الطاقة، التي تتحول بدورها إلى مادة. ولا تصل الحياة الفيزيائية إلى العدم إلا عندما تنعدم الطاقة، ومردّ انعدام الطاقة إلى انعدام الحركة.

يحيلنا ذلك الأمر إلى التفكير في القانون الثاني للديناميكا الحرارية الذي انبثقت عنه فكرة الإنتروبيا، التي تصف الآثار الشاذة لسلوك الكموم، مثل التشابكات الكمية التي أطلق عليها أينشتاين تسمية "الفعل الشبحي .. عن بُعد"[65]، والتي تقول بأن "أي تغير يحدث تلقائيًّا في نظام فيزيائي، لا بد وأن يصحبه ازدياد في مقدار إنتروبيته"[66].

---

(63) المرجع نفسه.

(64) محمد علي أبو ريان، **تاريخ الفكر الفلسفي**، ج 2: **أرسطو والمدارس المتأخرة**، ط 4 (القاهرة: الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1974)، ص 98. يشار إلى أن أرسطو يرفض فكرة الخلاء الفيزيائي التي يقول بها الفلاسفة الأفلاطونيون، ويسألهم ما إذا كان في استطاعتهم تفسير الألوان والأصوات من حيث إنها غير ملموسة.

(65) فلاتكو فيدرال، **الواقع الذي نحياه.. وكيف نفكك شيفرته: نظرة للكون .. كمعلومات كمومية**، ترجمة عاطف يوسف محمود (القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2016)، ص 7.

(66) المرجع نفسه، ص 83. للتوسع في الفكرة، ينظر: المرجع نفسه، ص 162.

أما الخلاء الفيزيائي، فليس موجودًا إلا في أعماق الكون، حيث ينعدم جميع أشكال الحياة وتقارب درجةُ الحرارة الصفر المطلق. وهي الحالة التي تكون درجة الحرارة فيها أقل ما يمكن أن تصل إليه على الإطلاق، وفيها تكون طاقة ذرّات المادة أقل طاقة ممكنة[67]، وذلك لانعدام الحركة كليًا.

لعل ما يقدمه الفيزيائي لورانس كراوس (Lawrence Krauss) في كتابه **كون من لا شيء** (*A Universe from Nothing*) من مقارنة بين الفضاء الفارغ واللاشيء، يبيّن الفرق الجوهري بينهما، إذ يعتبر النقاد أن الفضاء الفارغ يختلف تمامًا عن اللاشيء المثالي للفلاسفة واللاهوتيين الذي لم تنتهك حرمته، من هنا يفضلون تسميته "خواءً كميًّا" (quantum vacuum)[68].

لذلك يسأل الفيزيائيون بدورهم، السؤال الفلسفي الأول: لماذا هناك وجود بدلًا من عدم، بصيغةٍ أكثر براغماتية: لماذا هناك شيء بدلًا من اللاشيء؟

ولعلها الإشكالية القديمة الجديدة التي تضافرت حولها الآراء الفلسفية والدينية المُجْمِعة على وجود علّة مفارقة للكون وأعلى منه كانت السبب في وجوده، وإن اختلف تفسير هذه العلّة. وفي هذا السياق، يعتقد السواد الأعظم من البشر المؤمنين بأن الإله هو الذي أنجز عملية الخلق بكاملها من العدم. أما الفيزياء، فتضع المقاربات العلمية لمسألة أصل الكون، ولعل المقاربة الأنسب هي نظرية الانفجار الكوني الكبير التي لا تزال مثيرة للجدل في أوساط علماء الفيزياء.

خلاصة القول، لقد امتد تأثير النسبية الخاصة إلى أبعد من المشكلة الفيزيائية الأساسية التي ولدتها؛ فهي تخلصت من الصعوبات والتناقضات التي كانت تكتنف نظرية الحقل (ويمكن أن يعني به المجال)، وصاغت قوانين ميكانيكا أكثر عمومية، وأحلت قانوني حفظ المادة والطاقة بقانون واحد، وبدلت مفهومنا

---

(67) وحدتها كالفن، وهي مساوية لناقص 273.15 درجة مئوية 0°k = - 273,15°c

(68) لورانس كراوس، **كون من لا شيء، مع تعليق ريتشارد دوكينز**، ترجمة غادة الحلواني (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع؛ القاهرة: منشورات الرمل، 2015)، ص 19. ونجد هذه الفكرة أيضًا في كتاب فيدرال، ص 19، في سياق بحثه في مسألة أصل الكون، حيث يقوم بمقارنة دينية علمية، ليبيِّن أن الكون هو عبارة عن معلومات كمومية.

الكلاسيكي للزمان المطلق، لتصل إلى التفكير الفلسفي الذي كان لا يزال مفتونًا بفلاسفة عصر الأنوار، الذين قدّسوا العقل على اعتباره الوحيد القادر على وصف الطبيعة بمفردات منطقية. لذلك، فإن صلاحية النسبية "ليست محدودة بمجال واحد في الفيزياء، وإنما تشكل إطارًا عامًّا يضم جميع مظاهر الطبيعة"[69]. وذلك يعني أن مبدأ النسبية سيتفعل بصورة ضرورية، لا على مستوى مظاهر الطبيعة فحسب، وإنما على مستوى التفكير العلمي نفسه أيضًا، ولا سيما العلم الفيزيائي الذي سيفتح صفحة جديدة في الإبستيمولوجيا الحديثة.

---

(69) Einstein & Infeld, p. 187.

الفصل الخامس

النسبية العامة

لعل السؤال البديهي الذي يتبادر إلى الذهن بعد جميع الإنجازات التي قدّمتْها النسبية الخاصة، يتمحور حول الأسباب التي جعلت الفيزياء تحتاج إلى النسبية العامة ولا تكتفي بالنسبية الخاصة.

أولًا: ولادة النسبية العامة

صاغ نيوتن معادلات الجاذبية من دون أن يدرك فعلًا كيفية عملها بشكل دقيق، فقدّم الإطار العام الذي يتضمن تأثير الجاذبية في الأجسام، ما ولّد حاجةً ماسة إلى معرفة حقيقة الجاذبية وطبيعتها الكلية، الأمر الذي دفع أينشتاين إلى محاولة ملء الفراغ في هذه النظرية. وما قام بفعله هو إعادة صوغ فكرة الجاذبية بالكامل، مع مواءمة لها مع النسبية الخاصة.

لذلك، يمكننا القول إن الدافع الأساسي وراء نظرية أينشتاين بشأن النسبية العامة هو الحفاظ على مبدأ النسبية الخاصة القائل بأن لا شيء ينتقل بسرعة تفوق سرعة الضوء. لذلك نُشرت صيغة أينشتاين المعدلة للجاذبية بعد عشر سنوات من صوغه النسبية الخاصة تحت اسم النسبية العامة[1].

---

(1) جيفري بينيت، **ما النسبية؟: مقدمة بدهية لأفكار أينشتاين وسبب أهميتها**، ترجمة محمد فتحي (القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2017)، ص 47.

لقد رأينا أن النسبية الخاصة التي صاغها أينشتاين عام 1905 هي نظرية تتعلق بالمكان والزمان والحركة. وهي لا تتطرق إلى مسألة الجاذبية بشكلٍ مباشر، وإنما تشير، كما سنرى، إلى مكامن الخلل في نظرية نيوتن للجاذبية، التي انبنت على تأثيرها اللحظي في حالة اهتزاز الشمس بالنسبة إلى اهتزاز الأرض، أي أنه إذا اهتزت الشمس فإن الأرض ستهتز في مدارها في اللحظة نفسها. لكن أينشتاين يشترط في نظريته ألا يكون هناك شيء أسرع من الضوء "الذي يستغرق ثماني دقائق ليقطع 93 مليون ميل بين كوكبنا والشمس"[2].

ولكي يعوض أينشتاين عن ثغرات النظرية النيوتنية في الجاذبية، كان لا بد له أن يصوغ نظرية بديلة تستطيع أن تصف الجاذبية بمنظور جديد ومختلف جذريًا عن منظور نيوتن، وهي أن الجاذبية ما عادت قوة جذب تمارس تأثيرها لحظيًا بين الأجسام، وإنما أصبحت انحرافًا في نسيج الزمكان، كما سنفصّل لاحقًا.

ولعل هذه المسألة خطرت في بال أينشتاين بعد أن حل التناقض بين علاقة العمر بالحركة، وثبات سرعة الضوء من خلال النسبية الخاصة، التي كشفت الخواص الحقيقية للمكان والزمان اللذين ينحرفان معًا، مشكِّلَين بنية الكون.

هذا الانحراف لن يأتي من فراغ، بل على أنقاض فضاء إقليدس الذي ما عاد صالحًا لوصف بنية الفضاء الهندسية، وإنما سيستعاض عنه بفضاء آخر مجاوز في طبيعته للفضاء الإقليدي، هو فضاء ريمان.

يعترف أينشتاين بأنه أخطأ في آرائه السابقة التي لم تأخذ فضاء ريمان بعين الاعتبار، حيث كان يتوجب عليه النظر في جميع مبادئ النسبية الخاصة في ضوء فضاء ريمان الهندسي، أي الفضاء المقوَّس إيجابيًا[3]، الأمر الذي يُعَد نقله نوعية في تاريخ الفيزياء، التي كانت ستكتفي بالنسبية الخاصة، لولا التناقض الجديد الذي كشف التناقض بين المقولة الفيزيائية بشأن سرعة الضوء (وهي السرعة

---

(2) يراجع: جون بروكمان (تأليف وتحرير)، **أينشتاين كما عرفته: مقالات بقلم أربعة وعشرين مفكرًا من الرواد العالميين حول الرجل وأعماله وتراثه**، ترجمة محمد طه، مراجعة فتح الله الشيخ (القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2010)، ص 194.

(3) Albert Einstein, *Comment je vois le monde*, Maurice Solovine & Régis Hanrion (trad.) (Paris: Flammarion, 1979), p. 145.

القصوى في العالم)، وسرعة الجاذبية التي اقترحها نيوتن من خلال نظريته الخاصة بالجاذبية.

هذا التناقض الجديد سيتمكن أينشتاين من حله بواسطة نظريته في النسبية العامة (1915)، التي ستقوِّض مفهومنا للزمان والمكان مرة أخرى، وذلك بإثبات حدوث تشويه لهما، أو بكلمة أخرى حدوث "انحراف" أو "اعوجاج" لنقلِ قوة الجاذبية.

ثغرات في الميكانيكا الكلاسيكية والنسبية الخاصة

لم تستطع الميكانيكا الكلاسيكية والنظرية النسبية الخاصة أن تقدما قوانين شاملة عن الحركة تصلح في أي زمان ومكان، فاكتفت بصوغ معادلات تصح في حالات الحركة التي تجري في أنظمة قصورية غاليلية. أما مكامن الخلل فيهما، فكانت على أصعدة كثيرة، نذكر منها:

أ. على صعيد مجموعات الإسناد

تبدأ الميكانيكا الكلاسيكية، كما بات معروفًا، من القانون القائل بأن الجسيمات المادية المعزولة بعضها عن بعض عزلًا كافيًا، تستمر بحالتها من الحركة المنتظمة في خطٍّ مستقيم أو في حالتها من السكون، بمعنًى آخر، بحسب قانون العطالة أو قانون القصور الذاتي الذي تحدثنا عنه سابقًا[4]. ويترتب عن ذلك أنه "إذا كانت القوانين الطبيعية تصلح بالنسبة إلى نظام مرجعي معيّن (ك)، فإنها تصلح بالنسبة إلى نظام مرجعي آخر (ك1) يتحرك حركة منتظمة ومستقيمة بالنسبة إلى الأول"[5].

بات من المؤكد، من خلال النسبية الخاصة عند أينشتاين، أن هذا القانون لا يمكن أن يكون صحيحًا إلا بالنسبة إلى مجموعة إسناد (مرجعية) ذات حالات

(4) يذكّر ألبرت أينشتاين بهذا القانون في كتابه: ألبرت أينشتاين، **أينشتاين والنظرية النسبية**، ترجمة رمسيس شحاتة (عمان: الأهلية للنشر والتوزيع، 2014)، ص 93، وقد سبق لنا أن رأيناه في مسميّيْن: قانون العطالة أو قانون القصور الذاتي، عند كلٍّ من ديكارت وغاليلي ونيوتن.

(5) Arthur March, *La physique moderne et ses théories*, Serge Bricianer (trad.) (Paris: Gallimard, 1965), p. 117.

فريدة من الحركة، كأن تكون، مثلًا، في حالة حركة انتقال منتظمة (قانون العطالة الغاليلي). لكن هذه القوانين تصبح باطلة عندما يتحرك النظام المرجعي نفسه بحركة غير منتظمة أو ذات تسارع بالنسبة إلى نظام مرجعي معيَّن(6).

وإذا أردنا أن نعرف فكرة كيف أن هناك أفضلية لبعض مجموعات الإسناد دون المجموعات الأخرى، نجد أن أينشتاين يعرض مثلًا بسيطًا يقرّب به إلى أذهاننا تلك الفكرة.

يقول أينشتاين: "أفرض أنني أقف أمام موقد غازي على جانبه قِدْران متشابهان لا تميز العين بينهما. وكلاهما مليء حتى منتصفه، وأني أشاهد البخار يتصاعد باستمرار من أحدهما دون الآخر، لا شك في أن ذلك سيكون مدعاة للعجب... ولكن لو أني لاحظت وجود شيء أزرق اللون تحت القِدر الأول دون الآخر، لَما كان هناك داعٍ للاستغراب حتى لو لم أكن قد رأيت شعلة غاز من قبل، لأنني سوف أستطيع أنْ أقول إن هذا الشيء الأزرق هو السبب في تصاعد البخار أو على الأقل يحتمل ذلك. وكان حريًّا بي أن أظل حائرًا لو لم أكتشف هذا الشيء الأزرق اللون تحت أحد القِدرين، إذ كان سيتعين عليَّ عندئذٍ أن أحاول اكتشاف ظرفٍ آخر أسند إليه تصاعد البخار من أحد القِدرين دون الآخر"(7).

بناء على هذا الاعتبار، كانت ضرورة اكتشاف شيءٍ حقيقي في الميكانيكا الكلاسيكية، أو في نظرية النسبية الخاصة، نسند إليه اختلاف سلوك الأجسام بالنسبة إلى مجموعات إسناد معيّنة دون مجموعات إسناد أخرى.

وما يقوله أينشتاين في هذا السياق هو أن نيوتن أدرك النقص في الميكانيكا الكلاسيكية، لكنه لم يستطع أن يضع أسسًا جديدة، تمهِّد لفيزياء تتلافى هذا النقص، الذي ستسُده النسبية العامة في إطار معادلاتٍ تنطبق على جميع مجموعات الإسناد مهما تكن حالتها من الحركة(8). والمقصود من ذلك أن مجموعات الإسناد التي كانت تتخذها النسبية الخاصة على أساس الأفضلية،

---

(6) Einstein, p. 128.

(7) أينشتاين، ص 94.

(8) المرجع نفسه.

ما عادت كذلك، فالقوانين العامة (أي قوانين الميكانيكا وقانون انتشار الضوء في الفراغ) سيكون لها الشكل نفسه في جميع حالات مجموعات الإسناد.

يقول أينشتاين: "ليس لأيٍّ من مجموعتَي الإسناد (م) و(مَ) [ويقصد بهما الطريق كمجموعة إسناد، وعربة القطار كمجموعة إسناد]، من حيث الملاءمة للوصف الفيزيائي للعمليات الطبيعية، وضعٌ فريد بالمقارنة بالمجموعة الأخرى"[9].

على الرغم من ذلك القول، فإن أينشتاين نفسه لم يدعُ قط إلى تكافؤ جميع مجموعات الإسناد لصياغة القوانين الطبيعية، وإنما أراد القول إن مجموعات الإسناد تكون مكافئة لمجموعة الإسناد الغاليلية، من حيث الملاءمة لصياغة القوانين الطبيعية، ما دامت هذه المجموعات في حالة حركة منتظمة في خط مستقيم وليست في حالة دوران. من هنا، وبحسب أينشتاين، كانت صحة مبدأ النسبية مفروضة بالنسبة إلى هذه المجموعات لا إلى غيرها، أي تلك التي تتحرك بحركة مختلفة النوع[10].

ولكي تتضح هذه الأفكار، يقدم أينشتاين مثالًا لمسافر في عربة قطار لا يشعر بحركتها ما دامت تتحرك بانتظام. بل على العكس، يشعر بأن العربة ساكنة والطريق هو الذي يتحرك، فتبعًا لمبدأ النسبية الخاصة، فإن هذا التفسير صحيح، كما هو كذلك من وجهة النظر الفيزيائية[11].

ولكن إذا تغيرت حركة العربة إلى حركة غير منتظمة، بسبب "فرملة" شديدة مثلًا، فإن المسافر سيشعر فورًا بدفعة إلى الأمام، وهو ما ينطبق على جميع الأجسام في القطار أيضًا. وسوف يختلف ما يحدث في هذه الحالة عمّا حدث في الحالة السابقة، ما يعني أن القوانين الميكانيكية السائدة بالنسبة إلى عربةٍ تتحرك بحركة منتظمة لا يمكن أن تكون القوانين نفسها التي تنطبق في حالة العربة التي تتحرك بحركة غير منتظمة.

---

(9) أينشتاين، **أينشتاين والنظرية النسبية**، ص 80.

(10) المرجع نفسه، ص 81.

(11) المرجع نفسه، ص 82.

ب. على صعيد الجاذبية

إن أهمية نيوتن لا تتوقف عند قوانينه في الميكانيكا الكلاسيكية، وإنما تتعداها إلى نظريته في الجاذبية، التي هي إحدى القوى الكونية التي تعم حياتنا اليومية، وهي التي تجعلنا، مع ما يحيط بنا من أجسام، مرتبطين بسطح الأرض. كما أنها تحفظ الهواء الذي نتنفسه من التسرّب إلى الفضاء الخارجي. وهو ما تفعله مع الكواكب والمجرات والأفلاك أيضًا. بكلمة أخرى، يمكن القول إنها تفرض نفسها على الوجود الكوني كله.

يُطلِق غرين على نظرة نيوتن إلى الجاذبية اسم "الموازن العظيم"[12]، ذلك أن نيوتن أعلن أن "كل شيء على الإطلاق يمارس قوة جاذبية على كل شيء آخر على الإطلاق"، وحدَّد العلاقة التي تجمع جسمين متجاذبين على أساس كتلتهما والمسافة التي تفصل بينهما، فقوة الجاذبية، كما ذكرنا، بين أي جسمين، تتناسب طرديًّا مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسيًّا مع مربع المسافة بينهما[13].

إلا أن ما اكتشفه أينشتاين في النسبية الخاصة أثبت ضعف نظرية نيوتن، وبالتالي، نستنتج أن هناك عدم توافق بين جاذبية نيوتن والنسبية الخاصة. وفي ما يلي نعرض مكامن هذا التناقض:

تُعتبر سرعة الضوء إحدى الركائز الأساسية للنسبية الخاصة، فهي التي تشكّل الحد المطلق لجميع السرعات في الكون، إلا أن نظرية نيوتن في الجاذبية تتعارض مع هذه الركيزة، ففي نظريته للجاذبية، يمارس الجسم شد الجاذبية على جسم آخر بقوة تتحدد فقط بكتلة الجسمين المعنيين، ومقدار المسافة التي تفصل بينهما، ولا تعتمد هذه القوة على طول فترة بقاء الجسمين منجذبين.

وذلك يعني، بحسب نيوتن، أنه إذا تغيرت كتلتاهما أو المسافة التي تفصل بينهما، فإنهما سيشعران بالتغيير في قوة الجاذبية المتبادلة بينهما لحظيًّا (آنيًّا)

---

(12) برايان غرين، **الكون الأنيق: الأوتار الفائقة، والأبعاد الدفينة، والبحث عن النظرية النهائية**، ترجمة فتح الله الشيخ (بيروت: المنظمة العربية للترجمة؛ الجزائر: المعهد العالي العربي للترجمة، 2005)، ص 72.

(13) المرجع نفسه، ص 72.

وفقًا لمعادلة نيوتن. وتتلخّص الصورة المبسطة للجاذبية في أن الجاذبية هي القوة التي تعمل بين جسمين، وتجعلهما يتبادلان عملية التأثر والتأثير. فإذا أخذنا الشمس والأرض، على سبيل المثال، فإن الأرض ستشعر بالقوة التي تمارسها عليها الشمس (أي قوة الجاذبية F) وفق هذه المعادلة: ($f = G \frac{m1\ m2}{r2}$) (حيث G هي الجاذبية، r هي المسافة بين مركزي الأرض والشمس، وm1 وm2 هما كُتلتاهما على التوالي).

والجدير بالملاحظة أن هذا القانون سيطبَّق بصيغة معدلة تصف القوة الكهربائية الساكنة بين جسمين مشحونين على يد عالم الفيزياء الفرنسي شارل أوغستان دو كولومب (Charles-Augustin de Coulomb)، وفق المعادلة التالية[14]:

$$F = \frac{1}{4\pi \in_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

بحسب نيوتن، فإن القوى التي تؤثّر في الشمس والأرض متساوية بالقيمة، لكن الحركة الناتجة منها ليست نفسها لكلا الجسمين؛ فبحسب قانون نيوتن الثاني للحركة، فإن قيمة التسارع التي تحدث لجسم ما عندما يخضع بقوة ما تساوي قيمة القوة مقسومة على كتلة الجسم ($\gamma = f/m$)، حيثγ هي التسارع، m هي الكتلة، وf هي القوة[15].

وبما أن كتلة الشمس كبيرة بالنسبة إلى كتلة الأرض، فإن التسارع الذي يحدث للشمس بسبب قوة السحب التجاذبية للأرض ضئيل جدًّا مقارنةً بالتسارع الذي يحدث للأرض، وهذا هو السبب الذي يجعل الأرض متحركة والشمس ثابتة (في حالة دورانها حول الشمس).

تزعم نظرية نيوتن في الجاذبية أن في حال انفجار الشمس فجأة، فإن الأرض التي تبعد عنها حوالى 93 مليون ميل تقريبًا، ستبتعد لحظيًّا عن مدارها البيضاوي

(14) "في العمق: ما هي نظرية النسبية العامة وما هي معادلاتها؟"، **ناسا بالعربي**، 21/ 6/ 2015، في: https://tinyurl.com/yb5e8785

(15) أينشتاين، ص 86. الجدير بالإشارة أننا ذكرنا هذه المعادلات سابقًا في القسم الأول من الكتاب.

المعتاد. ومع أن ضوء الانفجار يستغرق ثماني دقائق لينتقل من الشمس إلى الأرض، فإن معلومة انفجار الشمس ستصل إلى الأرض، وفقًا لنظرية نيوتن، لحظيًّا من خلال التغير المفاجئ في قوى الجاذبية المتحكمة في حركتها[16].

وهنا يكمن الخطأ في نظرية نيوتن، الذي اعتبر أن الجاذبية أسرع من الضوء، فانفجار الشمس يؤدي بحسب رأيه إلى انحراف الأرض عن مسارها البيضاوي في اللحظة نفسها، وقبل أن يصل ضوء الانفجار إلى الأرض، ما يُستدل منه أن اعتقاد نيوتن بأن الشمس تمد الأرض بمدار جاذبية يمتد لحظيًّا إلى هذه الأخيرة، ينفي ما توصلت إليه النسبية الخاصة بأنه ما من شيء أسرع من الضوء.

كل ذلك يعني أن التفاعل الجاذبي بحسب نظرية نيوتن يحدث بشكل فوري، ما يلغي أسبقية سرعة الضوء على سرعة الجاذبية، وما يتعارض مع النسبية الخاصة التي حاول أينشتاين أن يعيد صوغ نظرية الجاذبية من أجل الحفاظ على صحتها.

إلا أن ثغرات نظرية نيوتن للجاذبية لا تتوقف عند ذلك الحد، وإنما تتعداها إلى عجز نيوتن نفسه عن تعريف ماهية الجاذبية[17]، فلم يقدم نظرة ثاقبة بشأن كيفية تأثير الأجسام بعضها في بعض، أو بالأحرى، لم يقدم مفهومًا واضحًا لمعنى الجاذبية.

لقد اعترف نيوتن أنه لا يفهم الكيفية التي تؤثر من خلالها الأجسام بعضها في بعض، على امتداد مئات الملايين من الأميال أو أكثر. يقول نيوتن: "الأمر الذي لا يمكن تصوره هو أن تقوم مادة جامدة غير حية من دون وساطة من أي شيء آخر ليس ماديًّا، بالتأثير في مادة أخرى من دون اتصال متبادل"[18]. ويتحدث أينشتاين بدوره عن هذا الغموض في الجاذبية النيوتنية التي تشكل فرادةً رغم ذلك[19].

---

(16) غرين، ص 73.

(17) رأينا هذه الفكرة سابقًا في عرضنا رد نيوتن على مهاجميه.

(18) غرين، ص 74.

(19) Einstein, p. 168.

على الرغم من أن نيوتن يتحدث عن عدم إمكانية تصوّر هذه المادة الحية (الجاذبية)، فإنه يدرك تمامًا أنها أمرٌ فطري ومتأصل وأساسي في المادة، وله عامل مسبب تؤثر فيه باستمرار، ويمكن أن يكون هذا العامل ماديًّا أو غير مادي، ويترك نيوتن الفصل في هذه المسألة لعناية قرائه[20].

ويوضح أينشتاين بعض الثغرات في قانون الجاذبية عند نيوتن، في كتابه **تطور الأفكار في الفيزياء**، قائلًا إن قانون الجاذبية عند نيوتن يتعارض مع كل جهودنا المبذولة في تبسيطه وتكييفه مع النظرية النسبية الخاصة، فجميع معادلات الجاذبية في النظرية النسبية العامة يمكن تطبيقها في أي نظام مرجعي. وفي حال تجاهلنا الجاذبية، نرجع تلقائيًّا إلى النظام المرجعي للعطالة في النظرية النسبية الخاصة.

وفي السياق عينه، ينتقد أينشتاين قانون الجاذبية عند نيوتن، من حيث إنه فعل يمارس تأثيره على الأجسام بصورة لحظية، ليقول بأن صيغة "هنا والآن" قد استُبدلت مع قوانين ماكسويل في الكهرومغناطيسية، ففي معادلاته حققنا نموذجًا جديدًا لقوانين الطبيعة[21].

وبالتالي، فإن أينشتاين قدّم نموذجًا غير مألوفٍ للجاذبية، قوّض فيه الأسس التي انبنت عليها نظرية نيوتن في الجاذبية، وأدخل فيه فكرة البُنية الهندسية للكون التي شكلت العمود الفقري للنظرية النسبية العامة. والجديد هنا أن الرياضيات التي كانت تُسكب في الفيزياء على شكل معادلات صماء، أصبح لها شكل آخر. لقد أمست صورةً طيعة تجتاح الأذهان التي اعتادت أن تفصل الهندسة عن الفيزياء. ويمكن القول إن التواشج بين النسبية العامة والبنية الهندسية للكون قد أدخل الفيزياء الحديثة في عتبة الإعجازات العلمية التي بدأت معها، ووصلت في الوقت الحاضر إلى نظرية الأوتار.

---

(20) غرين، ص 74.

(21) Albert Einstein & Léopold Infeld, *L'évolution des idées en physique: Des premiers concepts aux théories de la relativité et des quanta* (Paris: Payot, 1981), p. 53.

ثانيًا: جديد النسبية العامة

1. تحوُّل نوعي في مفهوم الجاذبية

ما عادت نظرية آينشتان بشأن النسبية العامة ترى الجاذبيةَ قوةً، بل إنها استبدلت مفهوم القوة في تفسيرها للجاذبية بمفهوم الهندسة الخاصة بدراسة الزمان والمكان؛ فبحسب النسبية العامة، تحني الأجسام ذات الكتلة الفائقة هندسية الفضاء. ومن هنا جاءت فكرة اعوجاج الفضاء أو الفضاء المعوج، فالمسارات التي تأخذها الأجسام وتتحرك بها عبر الفضاء هي نتيجة هذا الانحناء.

يعتبر أينشتاين أن الشمس هي السبب في انحناء[22] الفضاء، أو بالأحرى الزمكان، ويليها المشتري في الكتلة، وبدرجة أصغر. وبما أن هذين الجسمين يتحركان في الزمكان، حتى لو كانت حركة الشمس ضئيلة جدًا، فإنهما يسفران عن نظام دينامي يحوي انحناءات مختلفة باستمرار.

يُعزى السبب البنيوي الذي حدا بأينشتاين إلى دحض نظرية الجاذبية عند نيوتن، إلى نسفه فكرة الفضاء الإقليدي الذي انبنت عليه الفيزياء الكلاسيكية كلها. يقول أينشتاين إن "هذا العالم ما عاد إقليديًّا، والطبيعة الهندسية لعالمنا محكومة بالكتل وسرعاتها، وإن معادلات الجاذبية في النظرية النسبية العامة تحاول أن تسلط الضوء على خصائص عالمنا الهندسية"[23].

بناءً على ما تقدم، يعتبر أينشتاين أن الهندسة الفيزيائية ما عادت علمًا منعزلًا ومنغلقًا على نفسه، كحال الهندسة الإقليدية[24]. لذلك، سنعرض بعض الهندسات التي تجاوزت الفضاء الإقليدي، والتي استمد منها أينشتاين تصوراته في صوغ النسبية العامة.

---

(22) يقول جون ويلر، أحد أعمدة ميكانيكا الكم، عن علاقة انحناء الزمكان بتحرك الكتلة: "تحدد الكتلة كيفية انحناء الزمكان، والزمكان يحدد للكتلة كيف تتحرك. تُختصر معادلات أينشتاين أو كيفية عمل معادلات أينشتاين بهذه العبارة الشهيرة". هذه الفكرة يجدها المهتم بها في كتاب: غرين، ص 90-91.

(23) Einstein & Infeld, p. 224.

(24) Einstein, p. 156.

2. أولى الهندسات اللاإقليدية: هندسة لوباتشفسكي وهندسة ريمان

سُجّل أول الانحرافات عن هندسة إقليدس للرياضي الروسي نيكولاي لوباتشفسكي (Nicolai Lobachevski) والرياضي الألماني جورج فريدريش ريمان (G. F. Rimann)[25].

اكتُشفت هندسة لوباتشفسكي من خلال كتاب نشره في عام 1835، وكان ذلك بالتزامن مع الرياضي الهنغاري يوهان بولياي (Johan Bolyai) الذي نشر نتائجه قبله بثلاث سنوات، أما هندسة ريمان، فلم تُكتشَف إلا بعد حوالى 20 عامًا[26].

ونحن لسنا بصدد الدخول في نظرة متفحصة للهندستيْن المذكورتيْن، وإنما كل ما يعنينا هو أن ندخل فكرة فضاء مينكوفسكي الرباعي الأبعاد، الذي يُعَد امتدادًا لفضاء كلٍّ من كارل فريدريش غاوس (C. F. Gauss) وهندريك لورنتز (Hendrik Lorentz). وما استحضره أينشتاين في هذا الخصوص إلا لكي يقرب إلى أذهاننا فكرته بشأن الفضاء في النسبية العامة. أما ما قام باعتماده، فهو فضاء ريمان، وسنحاول تبسيط هذه الفكرة بقدر الإمكان.

تأتي فكرة الانحناء (المقوّس السلبي مع لوباتشفسكي والمقوّس الإيجابي مع ريمان) لتشكّل مرآة لتصورنا للفضاء اللاإقليدي؛ ففي حين كان الفضاء الإقليدي متجانسًا، جاء الفضاء اللاإقليدي غير متجانس. وكانت فكرة الفضاء اللامتجانس المدخل الرئيس للفضاء الذي تدعو إليه النسبية العامة. وقد اعتمد أينشتاين الهندسة اللاإقليدية وطبّقها على القوانين المتعلقة بالأجسام الصلبة، والإشعاعات الضوئية وغيرها من القضايا الفيزيائية. (يُنظر: الجدول (5-1)).

---

(25) رودولف كارناب، **مدخل إلى فلسفة العلوم: الأسس الفلسفية للفيزياء**، ترجمة وتعليق وتقديم السيد نفادي (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 1993)، ص 141.

(26) المرجع نفسه.

الجدول (5-1)

تقابل الهندستين الإقليدية واللاإقليدية

نوع الهندسة	عدد المتوازيات	مجموع الزوايا (°)	مقياس درجة الانحناء
لوباتشفسكي	لا نهائي	أصغر من 180	سالبة أصغر من 0
إقليدس	1	مساوٍ لـ 180	مساوية لـ 0
ريمان	0	أكبر من 180	موجبة أكبر من 0

المصدر: رودولف كارناب، **مدخل إلى فلسفة العلوم: الأسس الفلسفية للفيزياء**، ترجمة وتعليق وتقديم السيد نفادي (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 1993)، ص 142.

3. البنية الهندسية للمكان بحسب غاوس

يمكننا أن نفهم البنية الهندسية للمكان من منظور غاوس، من خلال ما يقدمه الفيزيائي الألماني هيرمان فون هيلمهولتز (Hermann von Helmholts) عن صوابية البنية الهندسية الغاوسية للمكان، بوصفها مشكلة تجريبية.

يقول غاوس: "دعنا نتخيل عالَمًا ذا بُعدين يمشي عليه كائنان ذوَي [كذا] بُعدين أيضًا، فمثل هذين المخلوقين ... كمثل المخلوقات الوهمية ... فالأرض التي يعيشان عليها مسطحة، ولا أعني أنهما يقيمان على مسطح أو على سطح جسم كروي إذ إن الجسم الكروي [الأرض] ضخم بالمقارنة بأحجامهما [كذا] ... بحيث لا يستطيعان قطع المسافة حوله. وبكلمات أخرى فإن حركتهما محدودة في منطقة محددة من سطح الجسم الكروي. والمسألة هي: هل يستطيع هذان الكائنان عن طريق عمل مقاييس داخلية على سطحهما ذي البُعدين أن يكتشفا إذا ما كان [كذا] يقفان على مسطح أو سطح كروي أو نوع آخر من الأسطح؟"[27]، وكانت إجابة هيلمهولتز عن ذلك بالإيجاب.

إن حل تلك المسألة يكمن، بحسب رأي هيلمهولتز، في أنهما إذا تمكنا من تشكيل مثلث كبير جدًّا، وقاما بقياس زوايا هذا المثلث، وكانت تزيد على

(27) المرجع نفسه، ص 154-155.

180 درجة، لعرفا أنهما كانا على سطح ذي انحناء موجب، وإذا وجدا الانحناء الموجب نفسه في كل نقطة من محيطهما، لعرفا أنهما كانا على سطح جسم كروي، أو على جزءٍ من هذا الجسم الكروي[28].

أما نحن فنستطيع، بحسب ما يقول هيلمهولتز، أن نرى السطح الكروي من أول وهلة، لأننا مخلوقات ذات أبعاد ثلاثة تقف خارج هذا السطح[29]. من هنا، كان اعتبار غاوس صحيحًا؛ فأبعادنا الثلاثة للمكان يمكن أن تكون ذات انحناء سلبي أو إيجابي، ويتبين ذلك من خلال إجرائنا قياسات معيّنة كقياس زوايا المثلث مثلًا، أو مقدار النسبة بين الدائرة وقطرها، ويمكننا أيضًا أن نتخيل، بحسب كارناب، مطمورًا في عالمٍ ذي بُعدٍ أعلى، وعندئذٍ يمكننا أن نتحدث عن ميلٍ أو انحناء حقيقي لمكاننا، لأنه سوف يبدو منحنيًا بالنسبة إلى مخلوقات ذات أبعاد أربعة[30].

ويتحدث أينشتاين بدوره، في كتابه **أينشتاين والنظرية النسبية** عن إحداثيات غاوس، فيقول إن هناك وسيلة تجمع بين التحليل والهندسة، ويمكن بلوغها على النحو التالي: علينا أن نتخيل مجموعة من المنحنيات الاختيارية، رُسمت على سطح مائدة ما، ويشير إلى كلٍّ منها برمز (ي) يضاف إليه رقم ملائم له (ي1، ي2، ي3..). ويضيف أن علينا أن نتخيل أن بين كل منحنًى وآخر عددًا نهائيًّا من المنحنيات، وجميعها تناظر الأعداد الحقيقية الواقعة بين (ي1 وي2) التي يجب ألّا يتقاطع بعضها مع بعض، وألّا يمر بالنقطة الواحدة من السطح سوى منحنًى واحد فقط، وذلك لكي يكون لكل نقطة على السطح قيمة "ي" معيّنة[31].

ويدعونا أينشتاين أيضًا إلى تخيّل نظام آخر من المنحنيات، كـ(و) مثلًا، ويخضع لجميع شروط المنحنى السابق (ي)، أي أنه مزود بأعداد، ويمكن أن يكون شكله اختياريًّا. وما يترتب عن ذلك الأمر هو أن لكل نقطة على

(28) المرجع نفسه، ص 100.
(29) المرجع نفسه.
(30) المرجع نفسه.
(31) أينشتاين، ص 111-112.

سطح (و) إحداثيتين معينتيْن مثلًا، وهكذا يسمى هذان العددان إحداثيتَي سطح المائدة، وسيكون لأي نقطة إحداثيتان غاوسيّتان[32]:

وهكذا تتوالى الإحداثيات، التي من خلالها يمكننا أن نعرف أن المنحنيات السابقة الذكر، والتي يمكن أن تكون خطوطًا مستقيمة بالمعنى الإقليدي، متعامدة بعضها مع بعض. في هذه الحالة، تكون إحداثيات غاوس، بحسب أينشتاين، إحداثيات كارتيزية (cartesiennes) بكل بساطة. ومن الواضح أن إحداثيات غاوس ليست أكثر من ارتباط مجموعتين من الأعداد مع نقاط من السطح موضع الاعتبار، بحيث تكون القيم العددية التي تختلف في ما بينها اختلافًا ضئيلًا، مرتبطة بالنقاط المتجاورة في المكان[33].

وما يريد أينشتاين أن يقوله لنا هو أن هذه الأفكار التي طُبِّقت على متصل ثنائي الأبعاد، يمكن أن تُطبَّق على متصل ثلاثي الأبعاد أو رباعي الأبعاد، كما سنرى مع مينكوفسكي، أو حتى على أكثر من ذلك[34].

4. فضاء مينكوفسكي الرباعي الأبعاد

يمكننا القول إن فيزياء أينشتاين برمّتها تُبنى على فضاء مينكوفسكي الرباعي الأبعاد؛ إذ إنه يعتبر أن العالَم الذي نعيش فيه متصل زماني-مكاني رباعي الأبعاد[35]. فبعد أن أصبح الزمان يُشكل بُعدًا رابعًا للفضاء، بدأت الفيزياء الحديثة تخرج من الترسيمة الحدودية للفضاء الإقليدي الذي شكّل البنيان الرئيس للفيزياء الكلاسيكية.

إن المكان، بحسب النسبية العامة، متصل ثلاثي الأبعاد، ويُقصد بذلك أن تحديد موضع نقطة ما (في حالة سكون طبعًا) رهنٌ بثلاثة أعداد (أو ثلاث إحداثيات):

---

(32) المرجع نفسه، ص 112.
(33) المرجع نفسه، ص 113.
(34) المرجع نفسه.
(35) المرجع نفسه، ص 73.

لنفرض، مثلًا، النقطة أ (س1، س2، س3) أو A (x1, x2, x3). هذه النقطة (أ) لن تكون معزولة في الفضاء، بل سيكون لها عدد لانهائي من النقاط المجاورة، التي سيكون لكل واحدة منها إحداثيات النقاط المجاورة. ومن هنا جاءت فكرة المتصل المكاني(36).

لكن العالَم لن يكتفي، بحسب مينكوفسكي، وكذلك أينشتاين، بالأبعاد المكانية الثلاثية، وإنما سيتعداه إلى البُعد الزماني الذي يشكل بُعدًا إضافيًّا غير منفصل عن الأبعاد المكانية الثلاثة. من هنا جاءت فكرة العالم الرباعي الأبعاد والذي يمثّل الظواهر الطبيعية الرباعية الأبعاد بالمعنى الزماني-المكاني، وذلك لأنها تتكون من حوادث فردية، تعيّن كل منها أربعة أعداد، ثلاثة منها مكانية وواحد منها زماني. وهكذا يصبح العالَم بهذا المعنى عالمًا متصلًا بسبب وجود حوادث مجاورة لكل حادثة، لها إحداثياتها التي تختلف بمقدار ضئيل عن إحداثيات الحوادث الأخرى(37).

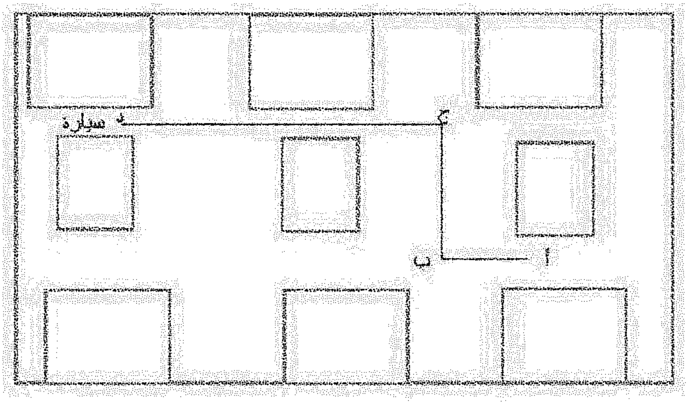
يتضح لنا مما تقدم أن العالَم متصل، من منظور أينشتاين، استنادًا إلى عالَم مينكوفسكي الرباعي الأبعاد، الذي أبطل عادة اعتبار الزمان مستقلًّا، وإنما أدخله في منظومة أبعاد الفضاء الأربعة المتصلة، ما ينسف فكرة اعتبار الزمن المطلق كما كان في الميكانيكا الكلاسيكية، أي مستقلًّا عن موضع مجموعة الإسناد وحالتها من الحركة. وبالتالي، فإن تصور العالَم على نحو رباعي الأبعاد، مع تجريد الزمن من استقلاله، هو الركيزة الأساسية للنظرية النسبية، وهي الركيزة التي يعترف بها أينشتاين بقوله: "إن هذه الملاحظات الغابرة يمكن أن تعطي القارئ صورة ما عن الفكرة التي ساهم بها مينكوفسكي والتي بدونها لما استطاعت النظرية النسبية العامة أن توسع مجالها وأن يتسع تطبيقها إلى هذا الحد الشامل"(38).

يشير كارناب، بدوره، إلى أهمية مينكوفسكي في وصف الخط-الكوني رياضيًّا، والذي يتطلب هندسة. يقول: لنفترض أن شخصًا - يرغب في رسم مسار

(36) المرجع نفسه، ص 73-74.
(37) أينشتاين، ص 74.
(38) المرجع نفسه، ص 75.

سيارته في شوارع لاإقليدية تعالج نظام الزمكان على خريطة رسمًا بيانيًّا، فلا بد له أن يستعمل مسارًا، كما يبيّن الشكل التالي:

الشكل (5-1)
مسار السيارة بالخط (أ ب ج د)[39]



المصدر: رودولف كارناب، **مدخل إلى فلسفة العلوم: الأسس الفلسفية للفيزياء**، ترجمة وتعليق وتقديم السيد نفادي (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 1993)، ص 172.

يبيّن الشكل (5-1) مسار السيارة في الشوارع، لكنه لا يبين شيئًا عن سرعتها، فعنصر الزمن غائب هنا.

ولكي يبيّن كارناب إمكانية وضع زمن السيارة وسرعتها في الاعتبار، يعطي مثالًا لاستخدام نوع آخر من الخرائط المتسلسلة، حيث تُرسم كلٌّ منها على صفحة شفافة من البلاستيك. ونضع على كل خريطة أحرفًا تشير إلى موقع السيارة في زمن محدد (وهنا يقصد رموزًا خاصة بكلٍّ من الموقع والزمن الخاص به).

فإذا وضعنا سلكًا يربط النقاط الأربع (أ1، ب2، ج3، د4) التي توافقها مدة معيّنة، محددةً الزمن لكل موقع (لنفرض أنها م1، م2، م3، م4)، فإن هذا السلك يؤلف الخط الكوني لحركة السيارة كما يبيّن الشكل التالي[40]:

---

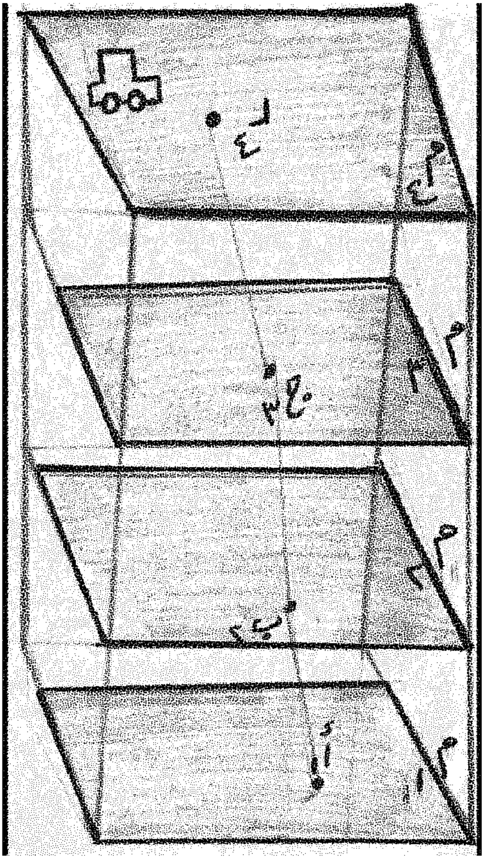
(39) كارناب، ص 172.

(40) المرجع نفسه، ص 173.

الشكل (5-2)

الخط الكوني لحركة السيارة

التي تجتاز المسطحات الأربعة بالنسبة إلى الزمن



المصدر: المرجع نفسه، ص 173.

قام مينكوفسكي بإدخال جدول خاص بشأن الخط الكوني، الذي مال إلى أن يكون جيوديسيًّا، في الحين الذي جرى فيه تطبيق ذلك الجدول على قوانين أشعة الضوء (مع الأخذ بعين الاعتبار الخط-الكوني لأشعة الضوء)، وحركة الأجسام كالكواكب (في جميع مجالات الجاذبية)[41].

(41) المرجع نفسه، ص 174.

من هنا، يعتبر كارناب أن الخطوط الكونية للكواكب وأشعة الضوء في نظرية النسبية هي جيوديسية؛ فكما يتحرك الجسم بقصوره الذاتي في خط كوني مستقيم وبسرعة ثابتة، ما لم تعترضه قوة خارجية، فإنه يتحرك في مجالات الجاذبية في خطوط كونية جيوديسية[42].

لأجل ذلك، كانت الاستعاضة عن فكرة الجاذبية بفكرة الفضاء المنحني نتيجة لتطبيق هندسة مينكوفسكي. وفي سياق متصل، يشرح كارناب كيف يُستغنى عن مفهوم القوة في النسبية العامة، وهو المفهوم الذي شكّل دعامة من دعائم الميكانيكا الكلاسيكية، فيقول إن السبب الذي يجعل كوكبًا ما يدور حول الشمس ما عاد مبنيًّا على افتراض وجود قوة تجذب الكوكب نحوها، وإنما يعود إلى أن الشمس ذات الكتلة الفائقة تُحْدث منحنيًا سلبيًّا في البنية اللاإقليدية للزمان والمكان (للزمكان).

في هذه البنية المنحنية، تكون أكثر الخطوط الكونية استقامةً بالنسبة إلى الكوكب هي الخطوط الجيوديسية، لأنها تنطبق على الحركة الفعلية للكوكب حول الشمس[43]. أما المسار الإهليليجي للكوكب في المكان الثلاثي الأبعاد، فليس جيوديسيًّا، وإنما خطه الكوني في النظام رباعي الأبعاد (في المكان والزمان)، ذلك لأن الخط الجيوديسي هو من أكثر الخطوط الممكنة استقامةً بالنسبة إلى الكوكب[44].

ويضيف كارناب أن الشيء نفسه ينطبق على مسار الضوء، فمن وجهة النظر اللاإقليدية لنظرية النسبية، ليس ثمة قوة للجاذبية، سواء أكانت مطاطية أم إلكترومغناطيسية (أي كهرومغناطيسية).

هكذا تختفي الجاذبية من الكون كما تختفي القوة من الفيزياء، وتحل محلها البنية الهندسية لنظام الزمكان الرباعي الأبعاد. وهنا تكمن نقطة التحول الثورية في

(42) المرجع نفسه. يشرح كارناب الخط الجيوديسي بأنه أكثر الخطوط الممكنة استقامة في نظام مكاني مفترض. ويمكن القول إنه أقصر الطرق الممكنة بين أي نقطتين مفترَضتين. والخطوط الجيوديسية ما هي إلا نسخ طبق الأصل للخطوط المستقيمة في السطح الإقليدي المستوي.

(43) المرجع نفسه، ص 175.

(44) المرجع نفسه.

عالم الفيزياء، لأن الهندسة الفيزيائية للزمكان حلت محل نظرية الجاذبية. إلا أن هذه الهندسة ليست، بحسب كارناب، رياضية بحتة. وهنا يختلف مع كثيرين أساؤوا فهمها عندما قال إن الطبيعة مكتوبة بلغة الرياضيات، بل إنها هندسة فيزيائية؛ فالهندسة الرياضية هي في رأيه هندسة منطقية بشكلٍ بحت. أما الهندسة الفيزيائية، فهي نظرية-إمبيريقية. وهندسة الزمكان في نظرية النسبية عند أينشتاين لا تستخدم المفاهيم الرياضية، بل تستخدم المقادير الفيزيائية التي تنتمي إلى عالم الفيزياء لا إلى عالم الرياضيات[45].

يؤكد كارناب أن على الرغم من أن إطلاق اسم "هندسة" على نظرية أينشتاين بخصوص الجاذبية قد أغرى البعض بالنظر إليها باعتبارها نظرية رياضية بحتة، فإن الهندسة الفيزيائية ليست، في رأيه، رياضية وإنما هي نظرية في المكان الفيزيائي[46].

5. العلاقة الخفية بين الاعوجاج والتسارع

لم تكن القفزة النوعية الأينشتاينية في الفيزياء الحديثة لتقف عند تصوّر للفضاء مغاير لِما قدمته الفيزياء الكلاسيكية لدن نيوتن، بل إنها تجاوزته لتضيف، وبشكل دقيق، كيفية التشابك بين الجاذبية والتسارع، الذي يتعدى حدود المكان والزمان ككيانَيْن منفصلين كما كان مع نيوتن، ليكون علاقة تربط بين الجاذبية والتسارع في إطار أينشتاين الجديد، وهو الزمكان.

يرفض أينشتاين، كما رأينا، فكرة المكان المطلق، ويعتبر أن "إدراكنا لا يقوم بأي استعمال للمكان المطلق"[47]، ويعتبره متداخلًا مع الزمان، حيث يظهران معًا في بنية واحدة هي الزمكان[48].

---

(45) المرجع نفسه.

(46) المرجع نفسه.

(47) Françoise Balibar, *Galilée, Newton lus par Einstein: Espace et relativité* (Paris: PUF, 1984), p. 107.

(48) Ibid., p. 109.

يقول أينشتاين في كتابه **أينشتاين والنظرية النسبية**: "من سمات فيزياء نيوتن البارزة، أنه كان عليها أن تعطي كلًّا من الزمان والمكان وجودًا مستقلًّا وحقيقيًّا مثل ما للمادة، لأن فكرة العجلة تظهر في قانون نيوتن للحركة. ولكن العجلة لا يمكن أن تشير في هذه النظرية إلا إلى العجلة بالنسبة إلى المكان"[49].

وذلك يعني أن نيوتن أخطأ عندما ربط التسارع بالمكان فحسب، لأن التسارع يتعلق بالجاذبية التي ما عادت قوة جاذبة بين الأجسام، وإنما غدت انحناءً في الفضاء يسببه وجود الأجسام الكبيرة. من هنا، تبدو نظرة أينشتاين الثاقبة في ربطه بين مفهومَي الجاذبية والحركة المتسارعة الضرورية لحفظ توازن الأجسام التي لا تسير بسرعة ثابتة، وإنما بسرعة (متزايدة أو متناقصة)، فيقول إن "التسارع إلى أعلى يمكن أن يؤدي إلى تعويض النقص في الجاذبية، ومن الممكن محاكاة تأثير الجاذبية من خلال حركة تسارعية مناسبة"[50].

وبالتالي، فإنه كما توجِد الجاذبية مجالًا للتسارع، يوجِد التسارع مجالًا للجاذبية، حتى أن أينشتاين أطلق على عدم القدرة على التمييز بين الحركة المتسارعة والجاذبية مبدأ التكافؤ (le principe d'équivalence)، قائلًا إن "النظرية النسبية العامة ترتكز بشكلٍ رئيس على التكافؤ الرقمي بين كتلة العطالة (أو الكتلة القصورية) وكتلة الثقل للأجسام. وهذا هو العمل الرئيس الذي لم تعرف الميكانيكا الكلاسيكية أن تشرحه"[51].

إن مبدأ التكافؤ، الذي يعتمد على حقيقة تساوي الكتلة الجاذبية والكتلة القصورية، وهي حقيقة تؤيدها التجربة، كما صرح أينشتاين، يؤدي دورًا محوريًّا في النسبية العامة[52]. وإذا أردنا أن نشرح هذا المبدأ على طريقة المعادلات

---

(49) أينشتاين، ص 175. ونجد هذا القول في كتاب:
Balibar, p. 107.
"ما يميز فيزياء نيوتن أنها ملزمة أن تنسب إلى المكان والزمان، إضافة إلى المادة، وجودًا حقيقيًّا ومستقلًّا؛ لأنه في قانون نيوتن للحركة يبرز التسارع. لكن التسارع في هذه النظرية لا يدل إلا على التسارع بالنسبة إلى المكان. يجب أن يُعتبر المكان النيوتوني بالنتيجة، مكانًا ساكنًا".

(50) غرين، ص 77.

(51) Einstein, p. 138.

(52) أينشتاين، ص 191.

الفيزيائية، يمكننا أن نستعين بما يقدمه أينشتاين في هذا الخصوص، وما يمكننا اشتقاقه من هذه المعادلات.

ممّا لا شك فيه أن على أي فيزيائي أو عالِم، لكي يصوغ نظرية جديدة، أن يعود إلى الوراء، إلى نظريات سابقة، ويحاول أن يُجري عليها تعديلًا ما. وهذا ما حصل مع أينشتاين الذي اعتمد على قانون نيوتن للحركة القائم على علاقة القوة مع كتلة القصور الذاتي مع العجلة ($f = m.\gamma$)، ليستنتج تساوي قوة الجاذبية مع العجلة، فبحسب قانون نيوتن للحركة، نجد أن القوة مساوية لكتلة القصور الذاتي مع علامة السلب، لأنها مقابلة للحركة.

القوة = (كتلة القصور الذاتي) × العجلة(53)

أما في حالة سقوط الجسم على الأرض، فإن كتلة القصور تصبح مساوية لكتلة الثقل. وحيث إن القوة التي ينجذب بها الجسم إلى الأرض تتعلق بكتلة ثقله، وبشدة مجال الجذب، يصبح قانون الحركة على الشكل التالي:

القوة = كتلة الثقل × شدة مجال الجاذبية

وإذا تأملنا قانون الحركة الأول مع القانون الجديد، حصلنا على المعادلة التالية:

كتلة القصور الذاتي × العجلة = كتلة الثقل × شدة مجال الجاذبية

وبما ان كتلة القصور الذاتي مساوية لكتلة ثقل الجاذبية، أصبحت العجلة مساوية لشدة مجال الجاذبية. أما أينشتاين، فيقدم المعادلة على الشكل التالي:

$$\text{العجلة} = \frac{\text{كتلة الذاتي القصور}}{\text{كتلة الثقل}} \times \text{شدة مجال الجاذبية}$$

(53) المرجع نفسه، ص 87؛ مذكورة أيضًا في كتاب محمد عابد الجابري، **مدخل إلى فلسفة العلوم: العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي**، ط 8 (بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، 2014)، ص 350.

يقول أينشتاين إن قانون المساواة بين كتلة الجاذبية لجسم ما وكتلته القصورية كان معروفًا من قبل في الميكانيكا، إلا أن أحدًا لم يفسره، ولا يمكن أحدًا أن يفسره ما لم يرضَ بالحقيقة التالية: "إن خاصيتَي القصور الذاتي والوزن لجسم ما ... هما في الحقيقة شيء واحد، يبدو مرة بهذا الشكل والأخرى بالشكل الآخر حسب الظروف"[54].

وعلى الرغم ممّا قدّمه أينشتاين من إنجاز على صعيد مبدأ التكافؤ، فإنه لم يستطع أن يحدد مفهوم الجاذبية، تمامًا كما حدث مع أبيها الروحي نيوتن، الذي وصفها بأنها قوة عظيمة تتغلغل في حياة الكون، إلا أنها مراوغة وغير مادية. ولكن ما قدّمه في هذا السياق هو اشتقاقه نظرية في حقل الجاذبية من خلال النسبية العامة المرتكزة على التساوي بين الكتلة القصورية وكتلة الثقل: "من الآن وصاعدًا، يمكن أن يُشرح مبدأ المساواة بين الكتلة القصورية وكتلة الثقل بطريقة كاملة: في حقل جاذبية متجانس، كل الحركات تتم كما لو أنها تُنفذ في غياب حقل جاذبية، بالنسبة إلى نظام إحداثيات متسارع بطريقة منتظمة. إذا استطاع هذا المبدأ أن يطبق بالنسبة إلى أي حدث (يُرَاجع مبدأ التكافؤ)، لدي برهان أن مبدأ النسبية يمكن أن يُطبق على أي أنظمة إحداثيات تنفذ حركة غير منتظمة بعضها بالنسبة إلى بعض"[55].

لقد استطاع أينشتاين أن يصف الجاذبية في إطار يوحدها مع الحركة المتسارعة، وهو إطار الزمكان أو انحناء الزمان والمكان. وبذلك تكون النسبية العامة قد أنهت عملًا بدأته النسبية الخاصة حينما أعلنت أن قوانين الفيزياء تبدو واحدة بالنسبة إلى جميع المشاهدين الموجودين في حالة حركة ثابتة السرعة ($v = cte, \delta = 0$)، حيث يكون التسارع صفرًا، لتعلن أن هذه القوانين سوف تتغير بالنسبة إلى أشخاص يتحركون بتسارع ($v \# cte, \delta\uparrow, \delta\downarrow$)، ما يؤدي إلى تغيُّر في مقدار الجاذبية[56].

---

(54) المرجع نفسه.

(55) Einstein, p. 142.

(56) غرين، ص 75-79.

إلا أن الغريب في الأمر، أو بالأحرى أحد إعجازات النسبية العامة، هو أنها قالت إن الحركة المتسارعة لا تؤدي إلى اعوجاج في المكان فحسب، وإنما تؤدي إلى اعوجاج في الزمان أيضًا. ويعوجّ الزمان عندما تتغير سرعة مروره من موقعٍ إلى آخر. ويسبب التسارع الأكبر اعوجاجًا أكثر وضوحًا في الزمان[57].

يصف مينكوفسكي ذلك الاعوجاج بطريقة شعرية: "وهكذا فإن الزمان بمفرده والمكان بمفرده سيتحولان إلى مجرد ظلال، ولن يحفظ استقلالهما إلا نوع من الاتحاد بين الاثنين"[58].

ولكن، قد يسعفنا خيالنا في تصور اعوجاج المكان، إذ يتخذ شكلًا محددًا، ولكن كيف يمكننا أن نعي فكرة اعوجاج الزمان؟ وكيف يكون الزمن محدبًا؟

لشرح هذه الفكرة، يقدم لنا غرين مثالًا لشخصين موجودَين في لعبة التورنيدو، الأول قريب من مركزها على طول نصف قطرها، والآخَر تفصله مسافة أكبر من مسافة الأول عن المركز. وهذان الشخصان يملكان ساعتين لقياس الزمن الذي تفترضه دورة كاملة لهما حول المركز، فتبين لنا أن بالابتعاد عن المركز يحدث ما يلي[59]:

- تزداد المسافة لإكمال الدورة الواحدة.
- تتزايد السرعة.
- يتزايد التسارع.
- يتباطأ الزمن.

خلاصة القول أنه عندما يتباطأ الزمن، يعوَج، ويعوَج الزمن أيضًا، إذا تغيرت سرعة مروره من موقع إلى آخر. وذلك يعني أن التسارع الأكبر يؤدي إلى اعوجاج

---

(57) المرجع نفسه، ص 85.
(58) المرجع نفسه، ص 84. الجدير بالإشارة أن المحاضرة التي ألقاها مينكوفسكي عن النسبية الخاصة كانت في عام 1908، أي قبل أن يصوغ أينشتاين النظرية النسبية العامة.
(59) المرجع نفسه، ص 85.

أكثر وضوحًا في الزمان. من هنا تبيّن لنا مدى الصعوبة في التمييز بين الجاذبية والحركة المتسارعة (وهذا ما نص عليه مبدأ التكافؤ). وبالتالي، تترافق الحركة المتسارعة مع اعوجاج المكان والزمان، ومن هنا تصبح الجاذبية عند أينشتاين هي اعوجاج المكان والزمان، أو اعوجاج الزمكان، وهذا الأمر معطوف على تصوّر أينشتاين للفضاء.

الفصل السادس

مقاربة فلسفية للنظرية النسبية

إن الاعتقاد بالنسبية كمبدأ تخضع له موجودات الطبيعة كلها، لم يتبلور إلا بعد مضي عقود طويلة، توغلت خلالها العلوم التجريبية في أعماق الظواهر المتاحة للاختبار، لتخلص إلى نتائج مذهلة بدلت طرف التفكير، وأزاحت السبيل الذي كان يعتمد القياس المنطقي طريقًا رئيسًا للمعرفة، ليحل محله منطق الاستقراء، الذي أضحى حَكَمًا ومرجعًا آمنًا للبحث في معقولية مقترحٍ ولامعقولية آخر. من هذا المنطلق، أخذت النظريات الجديدة تحل مكان النظّريات القديمة، على ما ذهب إليه توماس كون (Thomas Kuhn) في كتابه الشهير **بنية الثورات العلمية** (*The Structure of Scientific Revolutions*)، من أن "أية نظرية علمية، لا تُعلِن أنها بدون قيمة إلا اذا تهيأت نظرية منافسة لتأخذ مكانها... إن التقرير الذي يرفض باراديغم ما، هو دائمًا في الوقت نفسه تقرير بقبول باراديغم آخر"[1].

أولًا: النسبية نتيجةَ طفرة علمية

إذا كان تطور الفيزياء يتمرحل على حقبٍ تاريخية، وعلى محطات مؤثرة في صيرورة هذا العلم واطّراده[2]، وهو الذي لطالما تداخل مع الرؤى الفلسفية

(1) توماس كون، **بنية الثورات العلمية**، ترجمة علي نعمة (بيروت: دار الحداثة للطباعة والنشر، 1986)، ص 138.

(2) يشير كون في المرجع نفسه، ص 19-20، إلى فكرة اطّراد العلم التي يصعب تحديدها بسبب اختلاطها بأفكار الماضي ومعتقداته، إذ يقول: "يعاني المؤرخون أنفسهم من صعوبات متزايدة في إقامة تمييز بين المظهر العلمي لملاحظات ومعتقدات الماضي، وبين ما صنّفه أسلافهم بدون تردد خطأ أو خرافة، بمقدار ما يدرسون أكثر عن قرب، الديناميكية الأرسطوطاليسية على سبيل المثال، يكون لديهم =

وبعض معتقدات العقل العمومي، فيمكن القول بأسبقية الأزمة قبيل أي انبثاق جديد. ذلك ما حصل إبان القرن التاسع عشر، حيث مهدت أزمات علم الطبيعة السبيل أمام ولادة جديدة، في مطلع القرن العشرين، وهي النظرية النسبية.

في هذا السياق، يرى كُون في **بنية الثورات العلمية** أن من الممكن أن نتتبّع أحد جذور تلك الأزمات ابتداءً من القرن السابع عشر، عندما انتقد عدد من فلاسفة الطبيعة، وعلى رأسهم لايبنتز، احتفاظ نيوتن بصيغة مُحدَثة للمفهوم الكلاسيكي عن الفضاء المطلق. ويقصد بذلك أن فكرة الفضاء المطلق كانت قبل نيوتن، لكنه قام بصوغها بطريقة جديدة تتناسب مع معطيات عصره، فقد كان لايبنتز وأولئك الفلاسفة قادرين على بيان أن ليس للأوضاع والحركات المطلقة أي وظيفة في مذهب نيوتن(3).

ويضيف كون أنهم نجحوا في الإشارة إلى "الإغواء الجمالي" الذي يمكن أن يكشف عنه التصور النسبي الكامل للفضاء والحركة، إلا أن نقدهم كان نقدًا منطقيًّا خالصًا. ويعني بذلك أنهم لم يمتلكوا الأدلة التجريبية التي بنى عليها أينشتاين تصوّره للفضاء. من هنا، كانت نتيجة الانتقاد المنطقي أن تزول نظرية علمية لأنها غير مدعمة بالشواهد الحسية التي يتسلح بها أي علمٍ تجريبي.

في السياق عينه، يستحضر كُون الكوبرنيكيين الأوائل الذين انتقدوا براهين أرسطو بشأن ثبات الأرض، ولم يحلموا بأن يكون الانتقال إلى مذهب نسبي ذي نتائج تقترن بالمشاهدة: "لذلك ماتت آراؤهم بموتهم خلال العقود الأولى من القرن الثامن عشر، لكي تُبعث حيةً من جديد فقط في العقود الأخيرة من القرن التاسع عشر، عندما أضحى لها علاقة مختلفة تمامًا بتطبيق الفيزياء"(4).

= اليقين أن هذه التصورات للطبيعة التي كانت دارجة في وقتهم، ليست بالإجمال أقل علمية، ولا هي أيضًا منتوج خصوصية المزاج البشري. إذا كان يجب تسمية هذه المعتقدات المتجاوزة حاليًّا أساطيرا [كذا] فإن المناهج التي استطاعت أن تقود إلى هذه الأساطير والأسباب التي جعلت الأخذ بها كحقيقة، شبيهة بالتي تقود حاليًّا الى المعرفة العلمية".

(3) توماس كون، **بنية الثورات العلمية**، ترجمة شوقي جلال، سلسلة عالم المعرفة 168 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 1992)، ص 120.

(4) المرجع نفسه.

لذلك، يمكننا القول إن الإشارات التي تمهد لانبثاق أي علمٍ قد تأخذ شكل أزمة تُترجم بصورة إخفاقات متتالية، لِما كان يُظن حلًّا فيه، أو لِما اعتُقد أنه مقاربة حل. ولعل أبرز الإخفاقات في الفيزياء كانت تتمثّل في اعتبار أن من غير الممكن أن تنتقل الموجات الكهرومغناطيسية إلا عبر ما يسمّى "الأثير"، إذ كانت الحاجة الملحّة إلى افتراض وسط معيّن يسير فيه الضوء، الدافع الأول لاعتناق فكرة وجود الأثير ولو لم تؤكد الاختبارات التجريبية تلك الفرضية، وعلى رأسها اختبارات نيوتن الذي افترض وجوده لإثبات نظريته في طبيعة الضوء الجسيمية.

لقد كان اعتماد نيوتن النظرية الجسيمية التي تقول بوجود جسيمات متذبذبة، هو ما اضطره إلى افتراض وجود وسط تحدث فيه هذه الذبذبة، وهذا الوسط هو "الأثير"[5]، لكنه لم يجد أدلة تجريبية تدعم هذا الافتراض، وكلُّ ما قدمه في هذا الخصوص لا يتجاوز التدليل المنطقي أو الاستدلال الذي يوصل إلى صفات هذا الوسط (وسط متذبذب وينقل الضوء). وقد اعتمد هذا الافتراض كلٌّ من ماكسويل وهيرتز، إذ اعتبر ماكسويل أن الأثير وسطٌ ذو كثافة محدودة ويملأ جميع المكان ويتخلل جميع الأجسام. وتوصل في أبحاثه إلى فكرة المجال الكهرومغناطيسي، والموجات الكهرومغناطيسية التي أثبت هيرتز في ما بعد أنها تتحرك بسرعة الضوء، وهي تحتاج إلى وسط ينقلها، وهذا الوسط هو الأثير[6][7].

---

(5) كون، **بنية الثورات العلمية** (1992)، ص 191.

(6) ستيفن هوكينج وليونارد مولدينوو، **التصميم العظيم: إجابات جديدة عن أسئلة الكون الكبرى**، ترجمة أيمن أحمد عياد، مراجعة مصطفى إبراهيم فهمي، ط 2 (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2015)، ص 115.

(7) استندت أبحاث ماكسويل إلى أبحاث فاراداي الذي تمثَّل أعظم ابتكاراته الذهنية في فكرة مجالات القوة، حيث رفض فكرة تحرك مجالات القوة في الفضاء الفارغ، لذلك تخيل أن الحركة تفترض مجالًا متصلًا؛ فلِكي تحرك شيئًا، لا بد أن يكون شيء ما متصلًا به، وأن المساحة بين الشحنات الكهربائية والمغناطيسية كأنها مملوءة بأنابيب غير مرئية، هي التي تقوم بعمليات الشد والجذب الفيزيقية. أما قانون فاراداي، فيقول إن دوار حقل كهربائي يساوي التغير في كثافة الحقل المغناطيسي بالنسبة إلى الزمان ($\nabla E = - d \frac{B}{dt}$). أما المعادلات التي تلخص مجالات القوة، فهي:

$$4 - \nabla H = \frac{d\nabla}{dt} + j \; 3 - - \nabla E = - d \frac{B}{dt} .2 - \nabla . B = 0 \; 1 - \nabla . \Delta = \rho v$$

والجدير بالإشارة أن المعادلتين الأولى والثانية هما لغاوس والثالثة لفاراداي، أما الرابعة فهي لأمبير (Ampère). هذه هي المعادلات التي اشتق منها ماكسويل قانونه في الكهرومغناطيسية الذي يربط الكهربية (électrique) بالمغناطيسية (magnétique):

$$\Delta X E = - dB/d$$

يُعتبر مفهوم الأثير من المفاهيم المثيرة للجدل، سواء على صعيد الفلسفة أو على صعيد العلم؛ فقد استُخدم في الفلسفة لتبرير بعض الاعتقادات الميتافيزيقية، واستُخدم في العلم لتفسير ظواهر علمية متفرقة. وفي الفلسفات اليونانية القديمة، نجد هذا المفهوم عند أرسطو حينما اعتبره عنصرًا خامسًا مضافًا إلى العناصر الأربعة (الماء، الهواء، التراب، النار)، ومادة مكونة للكواكب والأجسام السماوية التي تؤلِّف عالم ما فوق القمر، وهو الذي يجب أن يكون عالمًا روحانيًّا خالدًا وثابتًا، ويتكون من عنصر غير قابل للفساد، ولا يتصف بالخفة أو الثقل، ويملأ المكان (خلافًا لعالم ما تحت القمر، وهو عالم التغير أو عالم الكون والفساد)[8].

أما في العلم الطبيعي الحديث (الفيزياء)، فالأثير هو مادة تتذبذب مع مرور الضوء، ولا بد أن تكون موجودة في الأماكن التي يمر بها الضوء، وهو على وجه الخصوص يملأ الفراغ بين النجوم[9].

من هنا، كان البحث عن سبيل واحد لانتقال الضوء. وفي هذا السياق، كان الاصطدام بأزمة طبيعة الضوء نفسها، وهي التي كشفت النقاب عن أزمة في تحديد طبيعة الضوء المزدوجة، والتي تتخذ شكل موجة تارةً وشكل جسيم تارة أخرى.

كانت هذه الأزمة من أسوأ التناقضات[10] الظاهرية التي أسفرت عنها

---

(8) عبد الرحمن بدوي، **أرسطو**، ط 2 (بيروت: دار القلم؛ الكويت: وكالة المطبوعات، 1980)، ص 223.

(9) هوكينج ومولدينوو، ص 115. ونجد هذا المفهوم في كتاب رولان أومنيس **فلسفة الكوانتُم**، وفي كتاب أينشتاين **أينشتاين والنظرية النسبية**.

(10) تشهد الفيزياء الحديثة، بحسب غرين، صاحب كتاب **الكون الأنيق**، ثلاث تناقضات محورية: التناقض الأول يتعلق بالخواص المحيّرة لحركة الضوء، وقد جرى التعرف إلى هذا التناقض في أواخر القرن التاسع عشر، وهو قائم بين قانون الحركة عند نيوتن وقوانين ماكسويل بشأن الكهرومغناطيسية؛ إذ يعتبر نيوتن أن في إمكاننا اللحاق بسرعة الضوء إذا ركضنا بسرعة كافية تعادل سرعة الضوء، أما عند ماكسويل، فلا يمكننا ذلك. أما التناقض الثاني، فهو بين سرعة الجاذبية عند نيوتن وسرعة الضوء عند أينشتاين؛ فالنسبية الخاصة تنص على أن لا يمكن أي شيء أن ينتقل بسرعة أكبر من سرعة الضوء. أما نظرية نيوتن في الجاذبية الكونية، فتقول بإمكانية انتقال التأثيرات لحظيًّا مسافات، أي أن سرعة الجاذبية يمكن أن تقارب سرعة الضوء. وقد حل أينشتاين هذا التناقض في النسبية العامة عندما أضاف مفهومًا جديدًا هو مفهوم اعوجاج المكان والزمان. ويبقى التناقض الثالث الذي لم يُحل حتى الآن، وهو تناقض قائم بين النسبية العامة لأينشتاين وميكانيكا الكم؛ فبنية الكون الهندسية التي أنتجتها النسبية العامة تتناقض مع السلوك المتذبذب للعالم على المستوى الميكروسكوبي. ويدّعي أصحاب نظرية الأوتار حل هذا التناقض في تلك النظرية عام 1985، وأبرز منظّريها الفيزيائي المشاكس ستيفن هوكينغ.

التجارب، الأمر الذي وضع الامتياز الذي تمتع به العلم الطبيعي دون الفلسفة على المحك (ونقصد هنا صحة النتائج التجريبية التي لا لبس فيها ولا جدال)، وأحد الإرهاصات التي سبقت تشكّل النظرية النسبية مع أينشتاين، "حيث تكاثرت النظريات المتنافسة، وهي النهاية التي وجدنا سابقًا أنها لازمة من لوازم الأزمة. وكان هذا الوضع التاريخي الذي انبثقت على أرضيته نظرية أينشتاين في النسبية الخاصة في عام 1905"[11].

لقد شكّلت النسبية الخاصة مع أينشتاين انقلابًا ثوريًّا، بعد أن أطاح كثيرًا من الآمال المبنية على منحى النظر إلى ما يجري في الفضاء والعالم، من منطلق التقسيم المانوي الواضح بين وجودٍ موضوعي ووجودٍ ذاتي، بمعنًى آخر، بين واقعية أمبيرية تتيح إمكانية الصلة مع الموضوع المعطى، ومثالية مجاوزةٍ تُشكل المعطى وفق قوامها الذاتي. ومن الآن وصاعدًا، ستتشكل صورة الفضاء في صيغةٍ تواؤمية بين ما لا إرادة لنا فيه وما يتحدد أمره وصورته بالقياس إلى وضعية الأنا وحالها[12]؛ فبعد أن كان للزمان وللمكان وجود موضوعي مطلق خارج نطاق تحديدنا لأشيائنا، دخلا في صُلب المنظومة الحركية للأجسام، بعد أن كانا مسرحيْن خامليْن للأحداث، وأصبحا نسبيين، وتغيرت معهما قوانين الحركة التي انبنت عليها ميكانيكا نيوتن من خلال تغيّر المنظومات المرجعية نفسها مع أينشتاين.

ثانيًا: حفريات أينشتاينية
في الأصل السيكولوجي لتصوّر الفضاء

لا شك في أن أينشتاين قلب بتصوّره للفضاء جميع موازين علم الفلك القديم. وهو لم يكتفِ بذلك، بل تجاوز تصوّر معظم الفلاسفة، ومنهم ديكارت، الذي اعتقد أن الفضاء ممتد، أي متصل، وهو امتداد للأجسام التي يحتويها، ولا وجود

(11) هوكينج ومولدينوو، ص 121.

(12) أدخل أينشتاين مصطلح المُشاهد أو المراقب على المنظومة الحركية للأجسام، وأصبح المكان والزمان بُنى طيعة يعتمد شكلها وتمظهرها على حالة الحركة التي يكون عليها الملاحظ (l’observateur).

في رأيه للفضاء الفارغ. هذا الاعتبار بأن الامتداد يرتبط بوجود الأجسام لا صحة له، ويرفضه أينشتاين، حتى لو أُعجب بتصور صاحبه[13].

لكن أينشتاين يقدم من ناحية أخرى تبريرًا لتصور ديكارت: "إن الدافع الذي حدا بديكارت إلى اتخاذ هذا الرأي الخلاب جدًّا، هو شعوره بأنه لا يجوز أن نعطي جزمًا حقيقةً لشيء مثل الفضاء، لا يمكن مكابدته مباشرةً"[14].

ولعل عقلانية ديكارت التي أشار إليها أينشتاين تقودنا، بطريقة غير مباشرة، إلى التفكير في الموقف العقلاني الذي يعتمده كارل بوبر (Karl Popper) بوصفه فيلسوف علم، من أن الحقيقة الموضوعية موجودة، وأننا كبشر نسعى دومًا للوصول إليها، وأنه كلما اقتربنا منها أكثر زاد اعتقادنا بأنها موجودة وأنها موضوعية ومطلقة[15].

1. الأصل السيكولوجي لتصوّر المكان

تبدو لنا في النظرية النسبية العامة صعوبة تصور الفضاء خارج حدود المادة، فالفضاء هو المجال التي تسبح فيه المادة بحسب إدراكاتنا الحسية العقلية المألوفة. وأينشتاين نفسه يعترف بذلك، عندما يقول إن الأصل السيكولوجي لفكرة الفضاء أو ما تلزمه بعيد جدًّا عن الوضوح، وإن توهمنا وضوحه بالاتفاق مع عاداتنا المألوفة التي ترافقت مع قبولنا مفاهيم تصوريه بحتة على أنها أشكال معيّنة، كالنقطة والخط المستقيم والسطح.

وقد عالج القدامى من علماء الهندسة هذه الأشياء، لا الفضاء بالذات، وعولج الفضاء بعد ذلك في الهندسة التحليلية. ويأخذنا أينشتاين إلى فكرة بسيطة نستطيع من خلالها أن نتصور الفضاء، وهي فكرة الصندوق الممتلئ بأشياء عديدة، والذي

---

(13) ألبرت أينشتاين، **أينشتاين والنظرية النسبية**، ترجمة رمسيس شحاتة (عمان: الأهلية للنشر والتوزيع، 2014)، ص 174. يعجب أينشتاين بديكارت من حيث إن فكرته عن الفضاء ليست بعيدة عن تصور النسبية، وإن كانت مختلفة عنها.

(14) المرجع نفسه.

(15) كارل بوبر، **الحياة بأسرها حلول لمشاكل**، ترجمة بهاء درويش (الإسكندرية: مكتبة المعارف، [د. ت.])، ص 15. نقلًا عن: كريم موسى، **فلسفة العلم: من العقلانية إلى اللاعقلانية** (بيروت: دار الفارابي، 2012)، ص 22.

ينتهي فضاؤه عند جوانبه. ويضيف أننا لو ضغطنا جوانب الصندوق واختزلناها، سيبقى فضاء الصندوق. وهكذا تبقى لدينا فكرة الفضاء ولو لم يكن هناك صندوق أصلًا[16].

يساعدنا هذا المثل، بحسب أينشتاين، على تصور الفضاء بأنه شيء مستقل، مثلما حدث مع ديكارت في هندسته التحليلية، المستندة في الأصل إلى الهندسة الإقليدية الثلاثية الأبعاد. ومن هنا "نشأ تصور الفضاء من زاوية إقليدية"[17].

إلا أن الأصل السيكولوجي لتصور الفضاء يمتد إلى خارج الزاوية الإقليدية، حيث يتبين أنه وسط غير محدود، أو وعاء تهيم فيه الجسام سابحة[18]. غير أن الواقع الاختباري يخطئ الاعتبار السيكولوجي مع اكتشاف أينشتاين أن الفضاء ليس شيئًا مستقلًّا، عن "عدد لانهائي من الفضاءات التي يتحرك بعضها بالنسبة إلى بعضها الآخر، وليس لها وجود موضوعي مستقل عن بقية الأشياء"[19]؛ ذلك بأن تصوّر الفضاء الموضوعي فكرة تعود، في رأيه، إلى ما قبل العلم[20]. ولكي نفهم فكرة الفضاءات المتحركة بعضها بالنسبة إلى بعض، يقدم لنا أينشتاين مثالًا لصندوقين: الأول (ص) والآخَر (ص1)، فيقول إننا إذا وضعنا صندوقًا صغيرًا ساكنًا نسبيًّا داخل صندوق فارغ أكبر منه (ص1)، سيصبح فضاء (ص) الفارغ جزءًا من فضاء (ص1)، ويصبح المكان الذي حولهما ملكًا لهما. وإذا كان (ص) متحركًا بالنسبة إلى (ص1) تعقّد الأمر، وظننا أن فضاء (ص) يحتوي دائمًا على الفضاء نفسه، ولكنه جزءٌ متغير من فضاء (ص1). من هنا أصبح لزامًا علينا اعتبار أن لكل صندوق فضاءه الخاص، وأن نفرض أن هذين الفضاءين يتحركان أحدهما بالنسبة إلى الآخر[21].

---

(16) أينشتاين، ص 176.

(17) المرجع نفسه.

(18) المرجع نفسه، ص 177.

(19) نستنتج من ذلك أن أينشتاين ينكر فكرة موضوعية الفضاء، على اعتبار أن تشكُّله مرتبط عضويًّا بوجود ملاحظ، أو الذات المراقبة التي تتشارك مع الموضوع في آلية الأحداث.

(20) أينشتاين، ص 176.

(21) المرجع نفسه، ص 177.

إن الحديث عن الأصل السيكولوجي لتصور المكان يطرح أمامنا إشكالية أخرى تتعلق بالأصل السيكولوجي لتصور الزمان، يجيب عنها أينشتاين في كتابه **أينشتاين والنظرية النسبية**.

2. الأصل السيكولوجي لتصور الزمان

إذا كان الزمان والمكان من القضايا الإشكالية التي أثارت جدلًا واسعًا في الفلسفة منذ ما يقارب آلاف السنين، لا بل منذ أن بدأ الإنسان يتفلسف حيال أسئلةٍ ميتافيزيقية متصلة بلامحدودية المكان ولانهائية الزمان، فإنهما شكّلا في الفيزياء الحديثة[22]، وبشكلٍ خاص مع النظرية النسبية الخاصة، بُعدَين نسبيين يتغيران مع حركة الملاحظ (المشاهِد). أما في النسبية العامة، فإنهما أصبحا يلتويان مشكِّلَين نسيج الفضاء.

ومن هنا القول إن أينشتاين بدّل في وجهة استعمال مقولات ومفاهيم الفيزياء النيوتنية بطريقةٍ أدت إلى تغيير وظيفة المكان والزمان، اللذين أصبحا جزءًا من المنظومة الحركية للأجسام، بعد أن كانا منفصلين عنه كليًّا: "فالزمان والمكان كانا مستقلَّين. أما في النسبية فهما مرتبطان معًا بواسطة تحويل لورنتز"[23]؛ فبحسب التحويل اللورنتزي، يتدخل عامل الانكماش بالنسبة إلى الطول وعامل التمدد (التثاقل-التباطؤ) بالنسبة إلى الزمن، وفق المعادلتين الآتيتين[24]:

---

(22) تقوم الفيزياء الحديثة على ركيزتين أساسيتين: النظرية النسبية العامة لأينشتاين، والتي تشكل الإطار النظري لفهم العالم في أبعاده الكبرى (النجوم والكواكب والمجرات والأفلاك ... وما وراء المدى البعيد للكون)، وميكانيكا الكم أو الكوانتُم، وهي التي تزودنا الإطار النظري لفهم الكون في أصغر أبعاده (الجزيئات والذرات، وحتى الدقائق تحت الذرية مثل الإلكترونات والكواركات).

(23) فيرنر هايزنبرغ، **الفيزياء والفلسفة**، ترجمة صلاح حاتم (اللاذقية: دار الحوار للنشر والتوزيع، 2011)، ص 104. نظرًا إلى صعوبة الحصول على مصدر أصيل للعالم الفيزيائي لورنتز، قمنا باستحضار معادلاته من كتاب محمد عابد الجابري، **مدخل إلى فلسفة العلوم: العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي**، ط 8 (بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، 2014)، ص 342-343، وحولناها إلى اللغة الفرنسية، استنادًا إلى الرموز الفيزيائية المألوفة في اللغة العلمية.

(24) ناظم أحمد حسون وعياد مفتاح شاحوت وبثينة عبد المنعم إبراهيم، "النظرية النسبية الخاصة"، كلية الآداب والعلوم - جامعة المرقب، ليبيا، 2004، ص 40، في: https://tinyurl.com/tp67e3ub

أ- عامل انكماش الطول: $L1=\frac{L+v.t}{\sqrt{1-v2/c2}}$

ب- عامل تمدد الزمن: $t1=\frac{t+v.l/c2}{\frac{1}{\sqrt{1-v2/c2}}}$

والأمر نفسه ينطبق على تركيب السرعات (أو جمع السرعات التي تحدثنا عنها سابقًا)، حيث إن طريقة التحويل الغاليلية التي تقوم على ضم السرعات $(v = v_1 + v_2)$، سوف تتغير مع التحويل اللورنتزي، لأن عامل الانكماش سيتدخل، فتصبح المعادلة على الشكل التالي[25]:

$$V = (v_1 + v_2)/1 + v_1.v_2/c^2$$

وإذا أردنا أن نبسّط هذه المعادلة، يمكننا أن نقدم مثلًا إيضاحيًّا يقرّب إلى أذهان القراء كيفية تحويل السرعة بحسب المفهوم اللورنتزي: فلنفرض أن مركبة فضائية تسير بسرعة 90 في المئة من سرعة الضوء (v_1). وأن هذه المركبة تحمل شخصًا يسير بسرعة 40 في المئة من سرعة الضوء (v)، فبحسب التحويل الغاليلي، ستصبح سرعة الشخص بالنسبة إلى ملاحِظ ثابت: سرعة المركبة + سرعة الشخص بالنسبة إلى المركبة (قانون تركيب السرعات)

$$V' = v_1 + v = 90\% + 40\% = 130\%$$

أما بحسب التحويل اللورنتزي، فتصبح سرعة الشخص:

$$v' = (90\% + 40\%)/1 + 90\%.40\%/c^2 V' = (v_1 + v)/1 + v_1.v/c^2 = 90\%c + 40\%c/1 + 90\%c.40\%c/c^2 = (90\% + 40\%)c/1 + 90\%.40\% = (0.9 + 0.4)c/1 + (0.9.\ 0.4) = 1.3\ c/1 + 0.36 = 1.3\ c/1.36 = 0.955 = 95,5\%\ c$$

أي أن سرعته أقل قليلًا من سرعة الضوء. وهكذا نستنتج أنه مهما كانت سرعة الجسم فإنها لن تبلغ سرعة الضوء، فسرعة الضوء هي الحد الأقصى لكل سرعة ممكنة.

---

(25) الجابري، ص 242-343. الجدير بالإشارة أننا قمنا بتحويل المعادلات الذكورة إلى اللغة الفرنسية لتبسيطها وتسهيل فهمها على القارئ، نظرًا إلى عدم تواؤم اللغة العربية مع المصطلحات والرموز التقنية العلمية.

أما بالنسبة إلى مفهوم الأثير بحسب لورنتز، فإنه يشكل إطارًا للحقل الفيزيائي. يقول أينشتاين إن لورنتز نجح في عزل "الحقل" عن حامله المادي، وإن حامل الحقل لا يظهر إلا في الفضاء الفيزيائي الخالي أو "الأثير".

ويضيف أن الأثير الذي عرفناه سابقًا في ميكانيكا نيوتن، لم يُصفَّ من كل خصائصه الفيزيائية. هذا التطور اكتمل إذًا، وما عاد هناك من شخص يشعر بالتأثيرات المباشرة واللحظوية عن بُعد، حتى في مجال الجاذبية(26). لكن خصائص المكان والزمان الفيزيائية لن تبقى على حالها في الاعتبارات السيكولوجية التي تستند إلى معايير ذاتية خالصة، إذ يربط أينشتاين تصور الزمان بمسألة الذاكرة، ويضيف إليها التمييز بين التجربة الحسية واستعادة ذكرى هذه التجربة(27)، أو لنقُل التمييز بين ما هو معيش فعلًا وما هو حلم. ويعود هذا التمييز، في رأيه، إلى قدرة الدماغ الخلّاقة(28).

فالزمن هو، في رأيه، مفهومٌ ذاتي في الاعتبار السيكولوجي، من حيث إنه مبدأ ترتيب ذهني لذكريات التجارب الفردية(29). وذلك يعني أن مفهوم الزمن لا يوجد بمعزل عن الذات التي تربطه بقدرتها على اجترار الماضي من خلال طمس الإحساس بالحاضر. لذا، يصح لنا القول إن من غير الممكن أن يتخذ الزمن طابعًا موضوعيًّا ما دام يُنظَر إليه بطريقة ذاتية أو نفسانية.

فإذا كان التصور الذاتي للزمن منغلقًا على الذات الإنسانية، أصبحت إمكانية تصور الزمن موضوعيًّا متمثلة في جعله منفتحًا على العالم الخارجي. ولكي نفهم هذا الكلام، يقدم لنا أينشتاين مثالًا بسيطًا لذلك، فيقول إن من الممكن جعل تصور الزمن موضوعيًّا، وذلك من خلال إشراك تجربتنا المعيشة مع آخرين، فلنفرض أن شخصًا معيّنًا شاهد البرق، ورأى أن شخصًا آخر شاهد البرق،

---

(26) Albert Einstein, *Comment je vois le monde*, Maurice Solovine & Régis Hanrion (trad.) (Paris: Flammarion, 1979), p. 136.

(27) نجد هذه الفكرة عند برغسون (وسنعالجها في سياق مقاربتنا الفلسفية لهذه المسألة). يُنظر: وليم كيلي رايت، **تاريخ الفلسفة الحديثة**، ترجمة محمود سيد أحمد، تقديم ومراجعة إمام عبد الفتاح إمام (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2010)، ص 540-541.

(28) ألبرت أينشتاين، **أينشتاين والنظرية النسبية**، ترجمة رمسيس شحاتة (عمان: الأهلية للنشر والتوزيع، 2014)، ص 178.

(29) المرجع نفسه، ص 178.

فسيكون هناك اشتراك في التجربة بين الشخصين، وهي مشاهدة البرق. وهكذا تصبح التجربة الفردية (الذاتية) تجربة للآخرين. من هنا تتحول التجربة الشخصية إلى تجربة ممكنة الوجود، وحينها تتخذ شكلًا موضوعيًّا بحيث تتحول إلى حادثة موضوعية، كالقول "إنها تبرق"، وهكذا تصبح رمزًا لجميع الحوادث التي تحصل في العالم الخارجي الحقيقي[30].

ولا يخلو التصور الموضوعي للزمن من القدرة على ترتيب التجارب زمنيًّا، الأمر الذي يُفضي إلى تتابع التجارب، الواحدة تلو الأخرى. فإذا كان "أ" متأخرًا بالنسبة إلى "ب"، و"ب" متأخرًا بالنسبة إلى "ج"، أصبح "أ" متأخرًا بالنسبة إلى "ج"، وهنا يكون تتابع التجارب. وإذا ربطنا الحوادث بالتجارب، سيكون هناك تتابع في الحوادث أيضًا.

يقودنا التصور الموضوعي للزمان إلى التفكير في التصور الموضوعي للعالم الواقعي الذي يقوم، بحسب أينشتاين، على ثلاثة عناصر هي: المكان، الزمان، الحوادث. وهي تشكّل العتبة التي تنقلنا من التصور القديم للكون إلى تصور أينشتاين له.

ثالثًا: المكان والزمان من منظور فلسفي (كانط -أرسطو)

يتفق الفلاسفة الإغريق، بمختلف نظراتهم وتصوراتهم لماهية العالم، على أن للمكان وجودًا قائمًا بذاته، فهو جوهرٌ مستقل عن الأشياء، بحسب قول أرسطو: "المكان شيءٌ في شيء، فكأن طبيعة المكان في الواقع تتلخص في هذه العبارة 'الوجود في...'، وثمة مشكلة ثانية، هي تلك التي أثارها زينون الإيلي حينما قال: إذا كان ثمة مكان، ففي أي شيءٍ يوجد هذا المكان؟ وإذا نظرنا إلى المكان باعتباره جسمًا، فكيف نتصور في هذه الحالة أن يكون المكان الحاوي لكل الأشياء غير محوي في شيءٍ ما من الأشياء"[31].

لم يخرج تفسير المكان عند الفلاسفة القدماء عن نطاق تحديده مسرحًا لمجرى أحداث ووقائع، بما بات يُعرف بجغرافية الأحداث، إلى أن جاء تفسير

(30) المرجع نفسه.

(31) بدوي، ص 210-211.

كانط ليبدل نظرتنا إلى المكان، بأنه ما عاد مسرحًا لأحداثٍ تجري فحسب، بل هو تصورٌ قبْلي أيضًا: "فالتصور الأصلي للمكان هو إذًا حدسٌ قبْلي وليس أفهومًا... يجب أن يكون المكان حدسًا يقوم فينا قبْليًّا"[32].

إن التبدل الذي طرأ على تفسير كانط للمكان لم يكن فيزيائيًّا محضًا، لكنه مهَّد السبيل أمام النظرة الفيزيائية الجديدة إلى المكان، حينما اعتبره حدسًا قبْليًّا. فقد تغيرت مستتبعاته الناجمة عن نفي الرأي الأرسطي، الذي كان يقتصر على كونه مجرد حاوٍ لأشياء وأحداث تحصل فيه، إلى أن صار للحدس الذاتي دور في تحديد ماهية المكان الذي لا يمكن اعتباره مفهومًا، وإنما يُعتبر تصورًا افتراضيًّا لمجرى أحداثٍ تحصل هنا... وهناك...

ولأن الـ"هُنا" والـ"هُناك" باتا متواشجين داخل الاعتبارات المتنوعة والمختلفة لأحوال الذات، أضحى للمكان وجود متصل بحال الأنا وتبدلاتها، ولا ينفصل عنها، وبالتالي فإن الزمان خضع عند الفلاسفة الإغريق، خصوصًا أرسطو، للتفكير نفسه حيال اللامتناهي، مع تبدلٍ طفيف. وشكّل لبنة الانقلاب على رأي أرسطو نفسه في الزمان الذي "جعله قائمًا على أساس المكان ... الزمان الأرسطوطاليسي زمان الساعات، أو هو زمانٌ آلي قد نُظر إليه من ناحية الامتداد والمكان... وقد جمع أرسطو بين النظرة الذاتية للزمان والنظرة الموضوعية له، على ما يمكن اعتباره موقفًا هجينًا مختلفًا عن فكرة الزمان عند أفلاطون، حيث إنه عبارة عن مقدار حركة الأفلاك فحسب، لأن أرسطو يتحدث عن الزمان باعتباره غير موجود إلا بالنسبة إلى النفس العاقلة. وفي هذا السياق، يضيف عبد الرحمن بدوي معلِّقًا: "لا يجب أن نعتبر هذه النظرة الذاتية نظرة ذاتية خالصة، لأن أرسطو هنا يجعل الزمان متوقفًا على الحركة، والحركة تتوقف على الامتداد. فالزمان يتوقف بالتالي، على الامتداد أي المادة. ومعنى هذا أن أرسطو يعطي للزمان شيئًا من الوجود الواقعي في الخارج. فكأن نظرية أرسطو في الزمان، تتأرجح إذن، بين النظرة الذاتية الخالصة، وبين النظرة الموضوعية أو الواقعية"[33].

---

(32) عمانوئيل كنط، **نقد العقل المحض**، ترجمة موسى وهبة (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2015)، ص 74-75.

(33) بدوي، ص 220-221.

ومهما يكُن موقفنا من رأي أرسطو في الزمن، فإن له تشبثه بمبدأ تعريفي للزمان، كبداهة حسية لم يجرِ تجاوزها حتى يومنا هذا، في اعتباره الزمان مقياس حركة الوجود بما هو موجود. بناء عليه، بما أن للأنا وجودًا جسديًّا متحققًا في زمان حلوله نفسًا ناطقة، دخلت الأنا بالتالي، في تحديد ماهية الزمن المتصل وجوده بوجود الأنا وبحركتها في هذا العالم.

أما مع كانط، فالزمان هو كالمكان، معطًى قبْلي، ولا يمكن أن يكون أمبيريًّا على الإطلاق. وهو في الوقت عينه تصورٌ وليس أفهومًا مشتقًا من أي تجربة. يقول كانط: "الأزمنة المختلفة ليست معًا بل تتعاقب، في حين أن الأمكنة المختلفة لا تتعاقب، بل تكون معًا"[34].

بناء عليه، فإن الصورة التي عبّرت فيها فلسفة كانط عن نفسها في أشكال فيزيائية، لا يمكن أن تتخذ شكلًا ميكانيكيًّا. بيد أن المسألة الأكثر دقة في فلسفة كانط تتصل بمفتاح مفاهيمي يُعنى بالإدراك. فإذا كان إدراك الشيء في ذاته عصيًّا على الأحاسيس التي لا تسمح لها مؤهلاتها سوى بمعرفة الظواهر (phenomenon) التي ارتكز عليها إدموند هوسرل (Edmund Husserl) في استرساله الفلسفي، ليتخذها مرتكزًا في منهجه الظواهراتي، فإن المشكلة التي أثارها كانط تنبثق من رحم تراتبية جون لوك (John Locke) المعرفية، حيث يقول إن "كل الأفكار إما أن تأتي من الحواس الخمس أو من الوعي التأملي، إن الأشياء العينية التي تدركها حواسنا هي القابعة في أصل أفكارنا [...] ويجب وضع تمييز بين الأفكار البسيطة التي ندركها عن طريق عضوٍ حسي واحد، وبين الأفكار التي تربط بين المعطيات الآتية مِنْ عدة حواس. تلك الأفكار الأخيرة تضم المكان والامتداد والشكل والسكون والحركة. في المرحلة التالية يستخرج الذهن التمثيلات بين الأفكار البسيطة، مِن خلال التأمل لكي يصل إلى التجريدات التي تقيمها اللغة والكلمات عبر العقل"[35].

---

(34) كنط، ص 78.

(35) رولان أومنيس، **فلسفة الكوانتُم: فهم العلم المعاصر وتأويله**، ترجمة أحمد فؤاد باشا ويمنى طريف الخولي، سلسلة عالم المعرفة 350 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2008)، ص 104-105.

في هذا السياق، فإن المعضلة التي تصدى لها كانط لم تُعنَ بالوصول إلى نتائج ملموسة على صعيد استكشاف مادي في علوم الطبيعة، فهو كان مهمومًا بإيجاد صيغة مثلى يتحصل فيها وعي أو فهم آمن من الخطأ. لهذا شرع في تفكيك المغالط الناجمة عن العيب القائم في فهمنا العلاقة المعقدة بين الظاهرة الماثلة أمامنا، والإدراك القائم فينا، خصوصًا بعد أن بيّن العلم دقة ما لاحظه لوك من أن إدراكنا الحسي يتعدى التوصيف الأرسطي، حتى لو كان صادرًا عن العالم الخارجي، فإنما هو إعادة تركيب. إن الإدراكات الحسية أبعد ما تكون عن الوضوح والبساطة لأنها متصلة بتعقيدات عمل الشبكة العصبية والنفسية، التي لا تسمح بأن تنطبع الأحاسيس بصورة مطابقة[36].

وهنا برز في الفلسفة المعاصرة أهم مصطلح فلسفي على الإطلاق، هو مفهوم "التمثل" الذي دشن به الفلاسفة الجدد عملية اقتحام مساحات معرفية جديدة تواشجت في خضمها العلوم العصبية والنفسية واللغوية، لتشكل منصة انطلاق ضد الحقيقة المجردة التأملية. في هذا السياق، وجد هيوم أن المعرفة كلها تنتج من الخبرة التي تكرس قواعد إدراكية ناجمة عن اقترانات معتادة بين الوقائع، معتبرًا أن "التفكير محصور داخل حدود ضيقة جدًّا، وأن القوة الإبداعية للعقل لا تكشف إلا عن ملكة لاستحضار المادة المعطاة لنا عن طريق الحواس والخبرة"[37].

وفي هذا الصدد، أثار هيوم عند كانط شهية إعادة النظر في ما كان يُعتقد بصحته، فشرع في التمييز بين الظاهرة وتمثيلاتها عن طريق الإدراك، ليجد فرقًا أكيدًا تكمن فيه علّة إطلاق تصورات - كلية تأملية، بعيدة عما يجري على أرض الواقع. والجدير بالذكر أن كانط لم يهتم بقضية الزمان والمكان كموضوعة فيزيائية منفصلة عن سياق تفسيره لمغالط الفهم أو الإدراك الذي وجد له محددات، وذلك في قوله: "فالتصور الأصلي للمكان هو إذًا حدس قبْلي وليس أفهومًا"[38].

---

(36) المرجع نفسه، ص 107.
(37) المرجع نفسه، ص 108.
(38) كنط، ص 74.

إن ما يترتب على اعتبار كانط المكان حدسًا قبليًّا يعني أنه لا يخضع للتشريح، ولا للنظر فيه كموضوعة متشيئة أمام الإدراك. والزمان كذلك حدس قبْلي لا يتشكل من عناصر، وليس له بُعد مضاف على ما يمكن أن نفهمه في حركة أي متغير يحصل. وهنا يتضح قوله "إن جميع الظاهرات الخارجية تتعين قبْليًّا في المكان. وبموجب علاقات المكان، فإنه يمكننا القول بشكلٍ عام إطلاقًا، وانطلاقًا من مبدأ الحس الباطن: إن جميع الظاهرات بعامة، أي كل موضوعات الحواس، هي في الزمان، وتخضع بالضرورة لعلاقات الزمان"[39].

لذلك، يمكننا القول إن مواربة كانط في عدم تناول المكان والزمان كأفهومين قابلين للنظر فيهما كباقي الأفاهيم، كما لو أنهما ظاهرتان ماثلتان أمام الوعي التجريبي، قلبت التفكير الفلسفي برمّته حيال ما كان عرضةً للتفحص والاستدلال، بحيث أصبح شرطًا للتفكر والاستدلال، فالإدراك الحدسي محصل ذهني لا يحتاج إلى برهنة، ولا يخضع للتجريب ولا للاستدلال.

وبهذا يمكن القول إن كانط أعْرَضَ عن التصورات الكلية للميتافيزيقا، عندما اتخذ من الزمان والمكان حدسيْن قائميْن في الذهن شرطًا للمعرفة الإمبيريقية المتاحة لإدراكنا للأشياء الماثلة أمامنا على نحو ما تتبدى فيه ظواهر الحس.

لم يكن كانط ريبيًّا صريحًا في منظومته الفلسفية الواضحة والمتماسكة إلى درجة أنها وضعته في مصاف أهم الفلاسفة الذين كشفوا علاقة المعرفة القبلية للذهن، بالمعرفة البُعدية للتجربة. لكن يمكننا أن نعتبر أنه وشى بشيءٍ مِنَ الريبية التي اكتنفتها علاقة الماقبْلي بالمابَعدي، والتي تتخللها مساحة مليئة بإمكانات احتمالية بقيت رهينة شروطٍ محددة، تَحوّل بموجبها الزمان إلى عنصر شرطي، ما أدى إلى اتخاذه بُعدًا ماديًّا مضافًا إلى الأبعاد المكانية الثلاثة مع أينشتاين، الذي قلب طبيعة الزمان نفسه.

لم يَحِدْ كانط عن أرسطو قيد أنملة حينما ربط مفهوم التغير ومفهوم الحركة بالزمان، فيقول إن "أفهوم التغير شأنه شأن أفهوم الحركة، ليس ممكنًا إلا بتصور

---

(39) المرجع نفسه، ص 80.

الزمان فيه ... وعليه يجب أن يكون تصور الزمان الأصلي معطًى بوصفه لامحدودًا..."[40].

لكن كانط ذهب أبعد من اقتصارات أرسطو حينما أعطى الحدسَ دورًا مركزيًّا في تحديد ماهية الحركة التي تتصل عضويًّا بتصورنا للمكان الذي ما عاد تصورًا حدسيًّا محضًا، فهو ليس سوى صورة الحس الباطني، أي صورة حدسنا لذاتنا ولحالتنا الباطنية، فـ"الزمان لا يمكنه أن يكون تعيينًا للظاهرات الخارجية، فهو لا ينتمي إلى هيئة ولا إلى موقع، بل يعين على العكس، علاقة التصورات بحالتنا الباطنية"[41].

ولئن لم يحد التفسير الكانطي للزمان عن عموميات التعريف الأرسطي في اعتباره أن الحركة مقياس الزمن، إلا أنه قدّم قفزة نوعية في ربط الزمان بالحدس، أو الأحرى ربط الأحوال الباطنية للذات المتكونة من حواس تحس الأشياء بزمان محدد. يقول كانط: "فإذا كان بإمكاني أن أقول قبْليًّا: إن جميع الظاهرات الخارجية تتعيّن قبليًّا في المكان، وبموجب علاقات المكان، فإنه يمكنني القول بشكلٍ عام، وانطلاقًا من مبدأ الحس الباطني: إن جميع الظاهرات بعامة، أي كل موضوعات الحواس، هي في الزمان وتخضع بالضرورة لعلاقات الزمان"[42].

وإذا كان الزمان عند كانط يتعيّن قبْليًّا، فإن الزمان مع نيوتن يكاد يكون ميتافيزيقيًّا، لأنه مطلَق، والأمر نفسه ينطبق على المكان. والزمان عند نيوتن هو مطلق في ذاته وبصميم طبيعته، وهو حقيقي ويسيل بمعزلٍ عن الأشياء الخارجية من حوله. ويُشتق منه زمانٌ نسبي، أي الزمان الظاهر والمألوف. وهو قياس للمدة عن طريق الحركة (وهذا قياس أرسطي في الأصل)، وعادةً ما نستخدمه بدلًا من الزمان الحقيقي. أما المكان، فهو أيضًا مطلَق، إذ إنه ما عاد بنية من الأفقي والعمودي ذات ملامح أرضية خالصة، وإنما يظل على الدوام متشابهًا غير متحرك. ويُشتق منه المكان النسبي، وهو بُعد يمكن أن يتغير، ومقياس للمكان المطلَق، تحدده حواسنا عن طريق وضع الأجسام فيه. ولا يختلف تحديد نيوتن للمكان النسبي عن تحديد ديكارت للمكان، حيث إنه امتداد توجد فيه المادة.

(40) المرجع نفسه، ص 78-79.
(41) المرجع نفسه، ص 79.
(42) المرجع نفسه، ص 80.

على هذا الأساس بنى نيوتن مبادئ الديناميكا، حينما اعتبر أن الحركة المطلَقة لا يمكن تحديدها من خلال مرجعٍ يتحرك حركةً نسبية، أو ساكنًا سكونًا نسبيًّا. فيمكننا مثلًا أن نحدد الحركة النسبية لجسمٍ ما، وذلك بالاستناد إلى جسمٍ آخر نعتبره مرجعًا ثابتًا للقياس، كأن نقيس حركة القمر من الأرض ونعتبر الأرض مرجعًا ثابتًا. أما في حالة الحركة المطلَقة، فيرى نيوتن أن تحديدها يحتاج إلى مرجعٍ يكون ساكنًا سكونًا مطلقًا، وهو ما سمّاه المكانَ المطلَق. كما أن الزمان النسبي الذي نقيس به الحركات النسبية ضمن الموضوعات النسبية، لا يمكن الاعتماد عليه لقياس الحركة المطلقة. ولذلك رأى نيوتن أن الزمان المطلَق بانسيابه الثابت، يمكن أن يوفر قياسًا دقيقًا للحركة المطلقة... فالضرورة الفلكية دفعت نيوتن إلى القول بالزمان المطلَق[43].

وإذا أمعنّا النظر في تقسيم نيوتن الزمان إلى الزمان المطلَق والزمان النسبي، وكذلك تقسيم المكان إلى المكان المطلَق والمكان النسبي، نجد أن الوجود نفسه يتأرجح عنده بين وجودٍ مطلَق ووجودٍ نسبي. هذه الثنائية تُشبه الحاجز الفاصل بين الوقائع الخارجية والأحوال الباطنية، أو لنقُل بين قوة العالم الخارجي الموضوعية وقدرة عالمنا الداخلي الذاتية. وسبق أن بيّنّا مع أينشتاين كيف جرى هدم هذا الجدار الفاصل بين الذاتي والموضوعي، أو باللغة الفيزيائية، بين المطلَق والنسبي، ليدخل الزمان، وكذلك المكان، في صميم بنية الكون، ويُصبحا نسبيين بامتياز. ولذلك، يمكننا القول إن الإشارات التي أنارت السبيل أمام تطور الفيزياء الحديثة تكمن في المناخ الفلسفي الذي زعزع القاعدة المانوية الراسخة التي كانت تؤمن بوجود عالَمين: عالم ذاتي خالص من جهة، وعالم خارجي من جهة أخرى، متحقق بغض النظر عن وجود الأنا فيه، لا هو تأويلٌ ولا هو إسقاطٌ رغبوي. وهنا فُتحت كوة بسيطة في هذه المعادلة التي لم تحكم الفلسفة فحسب، وإنما حكمت العلوم كافة، بما فيها الفيزياء التي خضعت لازدواجية هذا التقسيم الذي اعتُمد بداهةً مسلَّمًا بها.

---

(43) مشهد العلاف، **فلسفة العلم الإجرائية: بين أينشتاين وبرجمان** (دمشق: دار نينوى للدراسات والتوزيع، 2014)، ص 154.

خلاصة القول، لقد بنى أينشتاين مفاهيمه بشأن المكان والزمان وفق معطيات غريبة تمامًا على الفيزياء الكلاسيكية، وتحوّلت الفيزياء معه من فيزياء تجريبية بلغة رياضية إلى فيزياء صورية باللغة نفسها، بعد أن أبقى للحدس دورًا فاعلًا في تحديدنا للمعرفة العلمية (ولا سيما الفيزياء)، ولكن في شروط معيّنة يجري فيها التعامل مع الزمان والمكان بوصفهما نتيجةً للحركة، ويشكلان مفهومًا عصيًّا على الحدس المألوف أو مفهوم "الزمكان"، وهو مفهوم يوشك أن يكون ميتافيزيقيًّا، لأن الرياضيات وحدها قادرة على توصيفه.

رابعًا: مقاربة هوسرلية لمفهوم الزمن الأينشتايني

لعلها ليست مصادفة أن يُلقي الفيلسوف هوسرل دروسًا في "فينومينولوجيا الوعي الباطني الخاصة"، القائمة في قاموسه على مداميك نظرية متفلتة من قيود الإحكام المنطقي الذي تعودناه في فيزياء نيوتن، بحيث يمكن القول إن الفيزياء الحديثة دخلت معه في فضاء الافتراضات المخالفة لفضاء نيوتن، من دون أن يهجر الأساس الذي انطلق منه. ونخص بالذكر مبدأ العطالة (وقد سبق لنا أن تحدثنا عنه) الذي استولد منه قوانين جديدة للحركة في حالات المنظومات المرجعية غير الثابتة.

نستشف من ذلك أن الوعي النخبوي المسيطر في مطلع القرن العشرين كان مرآة لعهد تدشينات ثورية جديدة، على صعيد الفلسفة والعلم على حد سواء؛ ففي هذه المرحلة، هبطت الفلسفة من علياء النظر في أعالي واجب الوجود، إلى ما ليس لنا القدرة على النظر فيه، إلا من موقع الافتراض المنطقي، حيث يمكن شيئًا من الحقيقة الميتافيزيقية أن يتعين وجاهيًّا من منطلَق وضعية الذات وأحوالها، لتغدو المعرفة الفلسفية برمّتها متصلة بالمنظور الأنوي المتغير بتغير المكان والزمان. والفيزياء نفسها ما عادت قادرة على أن تكون علمًا تجريبيًّا بحتًا بعد أن خرج نطاق بحثها عن المظاهر العينية المادية المتوافرة على أرض الواقع.

فالارتكاسات المتتالية لقواعد النظر، في ما كان يُعَد منطلقات نظرية صحيحة، بدءًا من كوبرنيكوس وصولًا إلى نيوتن، جعلت المعيار العلمي للفيزياء يقوم على

مدى الترابط المنطقي في أي افتراض نظري، بخصوص ما لا يمكن إثباته بالتجربة المتحققة، وإنما من خلال التجارب الذهنية فحسب، كتلك التي أجراها أينشتاين لإثبات الفضاء المعوَج من خلال انحراف الضوء إذا تحرك المصعد مبتعدًا عن سطح الكرة الأرضية. فالقاعدة التي حكمت مجمل المجالات المعرفية تتجاوز المعادلة التي تقول بتجربة أمبيرية في مقابل تجربة ذهنية.

بناء عليه، ما عادت الفيزياء الحديثة قائمة على ثنائية المبدأ القائل بواقعٍ أمبيري خالص ومثالية ترنسندنتالية (متجاوزة) تامة فحسب، كما هو حال التفسير الكانطي للمعرفة، وإنما قائمة أيضًا على فضاء الافتراضات وتأويلاتها المستندة أصلًا إلى أحوال الذات؛ فالعنوان الإبستيمولوجي الذي وسم مطلع القرن العشرين يظهر من خلال هذا التداخل الجدلي بين وجود الشيء من جهة، وحدود معرفتنا به من جهة أخرى، مع إضافة عناصر جديدة إليه تشكل الخلفية التي تربط الأسباب بالنتائج.

فالافتراضات التي شكلت دُرّة اكتشافات أينشتاين العلمية، تقوم في معظمها على "إذا" الشرطية، ككثير من مقولاته، منها مقولته في تباطؤ الزمن حينما قال إنه إذا ازدادت السرعة تباطأ الزمن، ليتوقف كليًّا عندما تساوي هذه السرعة سرعة الضوء؛ فالنسبية الخاصة عند أينشتاين وضعت مبادئ يصعب اختبارها على أرض الواقع، لأن ما من شيء يمكنه أن يُجاري سرعة الضوء (لأنها السرعة القصوى في الكون، وهذا ما تنص عليه النسبية الخاصة نفسها)، العصي على الإنسان المحدود بحدود عجزه عن وقف الزمن.

بناء عليه، إذا جعلنا للضوء كينونة، فإنه لا يتقدم في العمر، لأن سرعته توقف الزمن. وما دام أن كل شيء يتحرك بسرعة الضوء في المكان، فلن يتبقى له من السرعة ما يسمح له بالتحرك في الزمان.

لقد ذهب أينشتاين في تفسيره الزمن أبعد من تفسيرات هوسرل الفينومينولوجية إذ اعتبر أن لا وجود للزمن، كما لكل التصورات، إلا على نحوٍ معيش: "أما أن تكون هذه المعاييش نفسها متعينة بالزمن تعينًا موضوعيًّا، أو أن تكون منسلكة في عالم الأشياء والذوات النفسية ... لا يعنينا إطلاقًا ... أما مطلوبنا نحن، فهو معرفة

كيف لمعطيات موضوعية زمنية أن تكون مُشارًا إليها في تلكم المعاييش. فها هنا بحق، فعل وصفي فينومينولوجي"[44].

من هنا يمكن القول إن تفسير هوسرل الفينومينولوجي هذا قد اتخذ منحًى اتصاليًّا[45] لم يخرج عن نطاق الربط المنهجي بين معيش الذات المكاني وإحساسها الاعتباري، في لحظةٍ تجلت فيها المعرفة على شكل حدسٍ ذاتي، من شأنه أن يذوب به الزمان والمكان في لحظةٍ معيّنة، نستشعر فيها الشيء بصورة مغايرة لِما يمكن أن نشعر به في لحظات أخرى.

بمعنًى آخر، لم يهتم هوسرل بما إذا كان للزمان وجود مطلَق أم لا، ما دامت نظريته منصبّة على تفسير علّة الاختلاف في المعيش نفسه، في الزمن عينه بين ذاتَين اثنتين. لذلك، تجاوز هوسرل التفسير السيكولوجي للزمن بحسب علماء النفس في اقتصاره على بُعد من أبعاد الحالة النفسية، بينما يُنظَر في الحالة الفينومينولوجية إلى الـ "هاهُنا" كأمرٍ متصور أو محدوس.

لقد أسقط هوسرل أي افتراض بوجود زمن موضوعي، بُغية إثبات أن وجود الزمن لا يتحقق إلا بالنسبة إلى" إدراكٍ ما"، وهذا الإدراك يجب أن يكون معيشًا على نحو ما لا يمكن اعتبار الزمن فيه معطًى فينومينولوجيًّا، وذلك في قوله: "فكما أن الشيء الواقعي والعالم الواقعي ليسا هما بمعطًى فينومينولوجي، كذلك فزمن العالم، أي الزمن الشيئيّ، أي زمن الطبيعة التي هي مطلوب العلوم الطبيعية، ليس هو بمعطًى فينومينولوجي، لذا فإن زمن علم النفس من حيث هو علم طبيعي موضوعه النفساني، ليس هو أيضًا بمعطًى فينومينولوجي"[46].

---

(44) إدموند هوسرل، **دروس في فينومينولوجيا الوعي الباطني بالزمن**، ترجمة لطفي خير الله (بيروت/ بغداد: منشورات الجمل، 2009)، ص 15.

(45) الجدير بالإشارة أن النقاش هنا يتمحور حول وقف هوسرل الاعتباري إزاء مفهوم الزمن على أنه حال من أحوال الذات التي تعيش صلة مع الموضوع (أو ما سمّاه الحال المعيشة)، إلا أنه يصبح للزمن مع أينشتاين وجود مستقل عن أحوال الذات وإن لم يخلُ الأمر من تصورها السيكولوجي له؛ فالزمان بُعد منفصل عن الذات، في منظور أينشتاين، لكنه متصل بالمكان، حيث يُشكل معه مفهوم الزمكان في النظرية النسبية الخاصة.

(46) هوسرل، ص 8.

لم ينظر هوسرل إلى الزمن بالصورة التي رآها أينشتاين، لا بسبب المقتضى الاعتباري لاستعمال الفيلسوف أسلوبًا لغويًّا مفتوحًا على سيمياء التأويل المتنوع والتفسير المتعدد، بل على ما يمليه هذا المقتضى من اعتبارات خلافية بين العالِم الذي يستعمل أرقامًا محددة ورموزًا محكمة، يسبكها في معادلة منطقية لا سبيل إلى دحضها إلا بمعادلة من النوع ذاته. غير أن القاسم المشترك بين فيزياء أينشتاين وفلسفة هوسرل هو الريبية حيال التصورات النفسية، باعتبارها قاصرة عن الإلمام بفهم الحقائق التي تتبدّى على نحو ما يجعلنا نتصور المكان على أنه "صندوق يحوي أشياءنا، وأن الزمان مرتبطٌ بالتمييز بين التجربة الحسية واستعادة ذكرى تلك التجربة"[47].

ولأن المسافة الزمنية الفاصلة بين التجربة وذكراها تحتمل تصوراتٍ متخيَّلة عمّا يمكن أن نُحيل فيه اللاشيء إلى شيء متحقق، نقض أينشتاين التصور السيكولوجي للزمن، لأنه قاصر عن توفير الأمانة العلمية لمعرفة يحتاج فيها العقل إلى الخروج من عالم التصورات الفضائية المحضة إلى عالم الواقع، بكل ما فيه من تناقضات والتواءات. كما أن هوسرل لم يجد في علم النفس الكفاية المطلوبة لإدراكٍ فينومينولوجي يحتاج قوامه إلى معرفة أعم وأشمل من حدود المعرفة السيكولوجية التي تقتصر على انطباعات شعورية قاصرة عن استبيان معيشنا التجريبي.

إن الأرضية المشتركة التي وقف عليها كلٌّ من أينشتاين وهوسرل، عزوفًا عن الاعتبارات السيكولوجية في أي معرفة، لم تلغِ قط الفروق المنهجية في نظر كلٍّ منهما. وهذا ما جعل أينشتاين يصنِّف السيكولوجيا برمّتها بأنها ضرب أوهام متخيلة، تنتمي إلى عالَم تصورات مغلوطة، تتعارض بالمطلق مع اعتبارات العلم الفيزيائي الذي يحتاج إلى التأسس على منطلقات واقعية-منطقية، تفضي إلى تحرير المعرفة الفيزيائية من أوهام الفضاء الأفلاطوني. هذا في حين أن هوسرل لم يُعدِم الاعتبار السيكولوجي بالمطلق، لأنه يوفر حيّزًا معرفيًّا، لكنه غير كافٍ للتجربة الفينومينولوجية القائمة على استشعار معيشاتنا الحسية عبر الاتصال،

(47) أينشتاين، ص 177.

ومن ثم التفاعل بين الذات والشيء في الـ "هاهُنا". فالسيكولوجيا توفر قسطًا من الحقيقة الخاطئة، ما لم تكن جزءًا من عالم التجربة المعيشة للفينومينولوجيا.

خامسًا: مفهوم الزمن بعين الوضعية المنطقية (كارناب)

حاول فيلسوف الوضعية كارناب في كتابه **الأسس الفلسفية للفيزياء** أن يقدِّم مقاربات مهمة لقضايا فيزيائية كانت تبدو غارقة في تعقيدات الأرقام الفيزيائية، تلك التي كانت توحي، لا بل تؤشر إلى غموض ليس هو كذلك، إذا ما قمنا بترجمة المعادلات الرقمية إلى أمثلة حسيّة، ما دام أن "لا شك أن حسَّنا الفسيولوجي للزمن وشعورنا الحدسي للانتظام قد دخل [كذا] تاريخيًّا في اختياراتنا المبكرة للعمليات التي نتخذها أساسًا لقياس الزمن، فالشمس لأنها تشرق وتغرب بانتظام، أصبحت المزاول الشمسية وسيلة مناسبة لقياس الزمن"[48].

إن تطلّبًا كهذا، لقياسٍ بهذه الصورة، متصلٌ بضرورة الركون إلى فواصل زمانية، تُشكل مرجعيةً تتصف بالثبات والديمومة، إذ لا يمكن النظر إلى الزمن عند كارناب إلا بصفة اعتبارية، بحيث إن لا دليل على خطأ شروق الشمس ومن ثم غروبها، ولا مجال لدحض الدورة المنتظمة لعقارب الساعة، حيث الستون دقيقة ساعةُ دوران كاملة.

فالزمن عند كارناب ليس مطلَقًا، ما دام أننا لسنا مؤهلين للدخول في متاهة الافتراضات التي لا تخدم توسّلنا الحدود التي نحتاج فيها إلى الزمن بالمعنى الوظائفي للكلمة.

لقد استعان كارناب بمفهوم الدورية (periodicity) لمقاربة مفهوم الزمن. وللدورية، في رأيه، معنيان، الأول ضعيف والآخَر قوي: الضعيف باختصار هو ما يتكرر بصورة متتالية، والدورية الضعيفة يُستند فيها إلى تكرار لا مجال فيه للأمان من عدم الزلل إلى أخطاء، إذا ما اعتمدناها وحدةَ قياس زمني، ذلك أن مشاهدة كانط يخرج في أوقات محددة مساء كل يوم، وبصورة مكررة، لا يمكن

---

(48) رودولف كارناب، **مدخل إلى فلسفة العلوم: الأسس الفلسفية للفيزياء**، ترجمة وتعليق وتقديم السيد نفادي (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 1993)، ص 98.

الاستناد إليه، لأن الأمر هنا متصل بميول الإنسان ورغباته، بإرغاماته القسرية ونزوعاته الفطرية ...

أما القوي، فهو ما يتكرر مرارًا بطريقة فائقة الانتظام، وهو النموذج الذي يصح لقياس الزمن أكثر من المعنى الضعيف. وفيه يكون لدينا طريقة واضحة لتحديد فواصل الزمان (les intervalles du temps). وبهذا، يكون قياسنا الزمن عبارة عن ضم فواصل زمانية متتالية ومنتظمة بعضها إلى بعض، حيث تتشكل وحدات لقياس الزمن من دوام كل فاصل زماني[49].

لكن كارناب كان يحْذر الإطلاقات، حتى في ما يطلَق عليه ساعة زمنية. وعلى الرغم من تصنيفها كدورية قوية لوحدة قياس منطقي، "إلا أنه لا نستطيع أن نعرف أن العملية دورية بالمعنى القوي من دون أن يكون لدينا بالفعل طريقة أو منهج لتحديد فواصل متساوية للزمان ... إذ كيف يمكننا التخلص من هذا الدور؟ لا يمكننا أن نتخلص منه إلا بالاستغناء عن متطلبات الدورية بالمعنى القوي، لأننا لم نتوصل إلى قاعدةٍ تعرّفنا على الدورية بالمعنى القوي ... والحقيقة [يضيف كارناب]، أن ما ينبغي علينا عمله هو أن نتوصل إلى عملية بالمعنى الضعيف، لأنها وحدها المتاحة. وعندئذ نستخدم هذه العملية باعتبارها إجراء لضم فاصلين متتاليين من الزمن"[50].

لم يضع كارناب قواعد ثابتة لقياس زمن نهائي، ما دام مفهومه لـ "الدورية" كشرط أوّلي متاح أمامنا في القياس المنطقي للزمان ستتخلله عثرات منهجية غاية في الأهمية، لأنها تتصل بفرادة وجود الشيء، ومن ثم فرادة قياس تفاعله الحركي بما لا يسمح لغير الإجراء الذي يحدد في كل عملية فاصلين متتاليين من الزمن. كما أن الطول عنده مقدار ممتد، ويخضع لمبدأ الدورية نفسه في قياس الزمان. يقول كارناب: "إن طريق الخلاص لهو شبيه بالطريق الذي اتّبعناه للهرب من الدور في مقياس الزمن، ألا وهو استخدام المفهوم النسبي بدلًا من المطلَق، ففي

(49) المرجع نفسه، ص 92-93. وقد تكون الدورية الضعيفة، بحسب كارناب، على هيئة صورة متكررة بشكل دائري، أي تعتمد على الانتظام الدائري المتكرر.
(50) المرجع نفسه، ص 93.

إمكاننا – دون الوقوع في الدور– تعريف مفهوم 'الصلابة النسبية' للجسم بالنسبة إلى جسم آخر"[51].

يخلص كارناب إلى تعذّر الاعتماد على وحدة قياس مطلَقة للأشياء المتغيرة، وهذا ما دفعه، بمعنى من المعاني، إلى وضع قواعد مرنة تتصل بالإجراء العملاني، وذلك لكي يغدو للقياس طبيعة وظائفية يقل مجال الخطأ فيها عن معدلات الخطأ في القياس الإطلاقي.

ولئلا يقع كارناب فريسة التقويض العبثي للقواعد المنهجية في العلوم، عمد إلى وضع حدودٍ صارمة للإمكان العلمي، حيال ما يجري معرفته عبر قياساتٍ لا يمكن أن تكون علمية بالمطلق، إلا أنها ترتكز على قوانين بسيطة بالمعنى النسبي للكلمة. وفي هذا السياق، يقول كارناب: "عندما اكتشف أينشتاين مبدأه العام في النسبية، اعترته الدهشة من حقيقة أن مثل هذا المبدأ البسيط المتعلق بالنسبية، يتحكم في جميع الظواهر التي ينطبق عليها. فإذا أقمنا نظامنا لقياس الزمن على عملية لا تنتمي إلى فئة واسعة من العمليات المتكافئة، فإن هذه البساطة سوف تختفي"[52].

يقصد كارناب هنا بالعمليات المتكافئة تلك العمليات التي تتماثل عناصرها وتتشابه على نحوٍ يمكّن من استخلاص قاعدة منهجية، كالقاعدة التي يمكننا أن نقول من خلالها إن نسبية أينشتاين يمكن أن تعمم في انطباقها على جميع الظواهر المادية التي تشترك في ما بينها بالخواص ذاتها. وهذا ما يسمح لبعض الافتراضات العلمية أن يُختبر مدى صحتها عبر تجارب اصطناعية تتكافأ عناصرها لكي تحاكي العناصر المفترضة في بعض الظواهر الطبيعية.

إن التفاؤل الذي سيطر على المناخ الفكري الذي تربى فيه كارناب، كان مفعمًا بالأمل الذي يترافق عادةً مع كل انقلاب جديد. وقد تمثّل آنذاك في رفض جميع أنواع التجريد الذي كان يلف العلم بتلافيف تجريدات فلسفية أدّت وظيفةً تاريخية بعدما وصلت مع هيغل وكانط إلى ذروة التعويل على تصورات الذهن وقدرات الوعي القبلي، من غير أن تلتقط سرَّ العالَم.

---

(51) المرجع نفسه، ص 105.

(52) المرجع نفسه، ص 97.

وبمؤدى هذا الإخفاق الاجتراري، حصلنا على مفتاح لأبواب معرفية جديدة، من شأن طرقها أن تتيح النفاذَ إلى معارف تتسم بخاصية التعيين الماثل هاهُنا والآن، خلافًا لتجريدات الفلسفة التي كانت غارقة في كل ما أبقى الفكر المجرد هدفًا لبحثٍ لا طائل منه، ما دمنا نبحث عن أوهام، بحسب جان لابورت (Jean Laporte)، الذي اتخذ في كتابه **مشكلة التجريد** *Le problème de l'abstraction* شكلًا أكثر جذرية من نقد جورج بيركلي (George Berkeley)، رمى إلى بيان أن "الفكرة المجرَّدة هي بكل معانيها وهْم، وليس فقط استحالة في الشيء ... [ناكرًا] القدرات التي يعزوها الفلاسفة إلى الذهن ... ونافيًا أن يكون في استطاعة الذهن أن ينفذ بمجرد المداورة الذهنية للمعطى إلى ما ورائه، وصولًا إلى الماهية والصورة"[53].

سادسًا: العلم التجريبي ينقض الحجة الفلسفية للفيزياء

لعل الاتجاهات الفكرية التي كانت تحوز عقل الناشئة في عصر كارناب، على الرغم من اختلاف مقاييس الوضعية المنطقية عن معايير النظرية النقدية، تشترك في ما بينها بأمور عدة، أهمها الموضوعات المستهدفة، وآلية النظر في تفحص الأمور الماثلة أمام الذات، التي لا ينتابها شك بوجودها العيني المباشر. لكن الحماسة بلغت ذروتها في الاستعاضة عن تصورات الفلسفة التقليدية بموضوعات العلوم الوضعية.

لقد صارت الفلسفة بمعناها التقليدي عبارة عن إطارٍ حاوٍ تجريدات نظرية تشكّل ضربًا من أوهامٍ يتوجب التخلي عنها، لإزالة العراقيل من أمام البحث العلمي الواعد بنتائجه التي بدأت تؤتي ثمارها مع التقدم الملموس في مجالَي الفيزياء والكيمياء على حدٍّ سواء.

من هنا برزت مناحي الفلسفة العلمية عند غاستون باشلار (Gaston Bachelard)، الذي اعتبر أن لا مجال إطلاقًا بعد هذا الانقلاب الثوري الواعد في مجالات التفكير، أن يعزل أي مفهوم عن الشروط التي تمكّن من تجريبه فيها، خالصًا في

---

(53) إميل برهييه، **تاريخ الفلسفة: الفلسفة اليونانية**، ترجمة جورج طرابيشي، ط 2 (بيروت: دار الطليعة، 1987)، ص 287.

كتابه **تكوين العقل العلمي** (*Formation de l'esprit scientifique*) إلى القول: "إن المعرفة التي لا تعطى مع شروط تعيينها الدقيق ليست معرفة علمية، ومن المحتم أن تكون المعرفة العامة معرفة غامضة"[54].

يولي باشلار أهمية فائقة لأي تجربة يمكن أن نقيس عليها الدقة العلمية في أي تطور نظري، لكنها ليست التجربة التي تؤول إلى استنتاجات معممة؛ فمن شأن استخلاص تعميمات محددة ألا تجعلنا ننسى خاصية التجربة، ما يمنعنا من جعل الاستنتاج قاعدة ثابتة، حتى لو كانت علمية، فالحذر واجب لئلا يقوِّض الاستنتاج العلمي الأساس العلمي لكل تجربة لها خواص تؤدي حتمًا إلى ما لن تصل إليه تجربة أخرى لها العناصر نفسها بتوقيت مختلف.

من هنا، يجد باشلار أن التعميم يجمد الفكر، ويحيله إلى كلام نظري يتشابه مع كلام الفلاسفة الذين يتخذون من القياس الأرسطي قاعدة لتعميمات زائفة، فالمتغيرات عند باشلار سمة ملازمة لأي تجربة، لا بل تشكل طابعًا عامًّا، يلقي بظلاله على العلوم كافة، ولا سيما العلوم الرياضية منها.

إن ما أعاق باشلار عن التبشير بعلم فيزيائي أو علم كيميائي لم يقتصر على إيمانه بعلم النفس الذي أقحمه في اكتشاف الموضوعات البرانية: "طالما أن اكتشاف الموضوع هو فعلًا اكتشاف الذات: إنه اكتشافٌ للذات في مناسبة انبعاثٍ مادي. فالسيمياء هي ثقافة باطنية. وفي باطن الشخص، في التجربة الملموسة نفسانيًّا [...]. فالإنسان أمام مشهد الظاهر الأكثر إثارةً للاهتمام، والأكثر إدهاشًا، يسير طبعًا بكل رغباته، بكل أهوائه، بكل روحه. إذن لا داعي للاندهاش من كون المعرفة الموضوعية هي خطأ أول"[55].

لعل إنكار باشلار الموضوعية العلمية لا يعود إليه وحده، خصوصًا بعد أن صرنا نشهد في مطلع القرن العشرين تنظيراتٍ علمية تنحو منحى التشديد على

---

(54) غاستون باشلار، **تكوين العقل العلمي: مساهمة في التحليل النفساني للمعرفة الموضوعية**، ترجمة خليل أحمد خليل، ط 7 (بيروت: مجد-المؤسسة الجامعية للدراسات النشر والتوزيع، 2011)، ص 59.

(55) المرجع نفسه، ص 43-45

استحالة استعمال المنطق الكلاسيكي والقياس في النظرية الكمية، بحسب العالِميْن إرنست سبكر وسايمون كوتشن في الفترة 1965-1967، وهما اللذان وجدا أن نظرية القياس الكلاسيكية تفترض وجود حقيقة موضوعية في العالم حتى لو لم نشاهدها... فبمقتضى التفسير الرسمي لميكانيك الكم، يُصبح المنطق تجريبيًّا وذاتيًّا، لا موضوعيًّا[56].

هكذا إذًا صار البحث عن الحقيقة الموضوعية ضربًا من الوهم، لأنه بحثٌ عمّا لا طائل منه، ما دمنا لا نستطيع القيام بالتجربة التي يختلف أفعولها حتمًا عن استنتاجات منطق القياس الذي ينحو منحًى تنظيريًّا خالصًا، ليستخلص حقائق قائمة أصلًا على افتراض وجود عالم موضوعي يشكل بدوره أساسًا للاستنتاجات، التي افترض فيها القياس الأرسطي أن صورة العالم متحققة وموجودة على شاكلة واجب الوجود، وإلا ما كان للوجود أن يوجد.

بهذا المعنى، لم يكن باشلار مهمومًا في البحث عمّا يساعده على إيجاد قواعد علمية آمنة فحسب، وذلك كيلا تنزلق العلوم التجريبية إلى ما يمكن أن يحيل نتائجها إلى حقائق موضوعية، تعيق الاطّراد العلمي القائم على ما يُبقي التجربة مظلة للتفكير في أشياء العالَم. لكن باشلار أماط اللثام عن دور حاسم للذات في تعكير صفو النظريات المستقرة في خلاصات نهائية، فالتجربة التي يجب أن يحتكم إليها باتت، بهذا المعنى، غير آمنة، ولا يُعتد بنتيجتها، ما دام أن للانفعالات السيكولوجية دورًا فينومينولوجيًّا مؤثرًا في تحديد ماهية الشيء، وبالتالي في الاستنتاج الناجم عن أي اختبار تجريبي.

لقد تصدى هنري بوانكاريه (Henri Poincaré) (1854-1912) لشروط العمل العلمي بالقول إن "العلوم لا يُفصل فيها كما هو واجب بين ما هو حقيقة تجريبية وما هو نظرية؛ فعندما يُقال مثلًا إن الأجرام السماوية تتبع قانون نيوتن، فإن هذه القضية التي لها في الظاهر حقيقة فعلية، تنطوي على خلط بين قضيتين نظريٍّ وتطبيقي"[57].

---

(56) علي الشوك، **تأملات في الفيزياء الحديثة** (بيروت: دار الفارابي، 2012)، ص 29.
(57) برهييه، ص 188.

لم يذهب بوانكاريه، صاحب منهج حل المعادلات التفاضلية، إلى ما ذهب إليه باشلار في عدائه[58] للتنظير الفلسفي الغارق في تصورات الكلام على معانٍ لا يمكن التحقق منها، وذلك عندما أجرى مُصالحة صعبة بين ما يُمكن التحقق منه عبر التجريب وما لا يُمكن اختباره لأنه ينتمي إلى صنف التصورات العقلانية العصية على إمكان التحقق منها تجريبيًّا. ولعل ما يلفت النظر حقًّا إلى ما رمى إليه بوانكاريه في هذا السياق، هو اعتقاده أن من غير الممكن أن يكون نظام الطبيعة خارج العقل، وأن من غير الممكن أن تكون الحقيقة مستقلة عن العقل الذي يتصورها[59]، وذلك لأن بوانكاريه ينحو منحى تفكير رياضي لا يخلو من الحدس والاستدلال، ويؤيد الفلاسفةَ الذين يعتبرون أن من غير الممكن أن يقوم على المنطق الاستدلالي أيُّ علم من العلوم إذا خلا من الحدْس. ويشرح لنا هذا الموقف من خلال مثال يقدمه بخصوص بديهيات أربع، يقوم بإرجاعها كلها إلى الحدس[60].

---

(58) وضع باشلار نفسه في موضع الخصم للفلاسفة، وذلك في تحزبه الكلي لتجريبية الفكر العلمي، الذي يبقى لديه نواقص أفضل من أن تُقاس مع التنظيرات الفلسفية الغارقة في التعميم، والمنهمكة في البحث عن حقائق موضوعية. يقول في معرض ردّه على أوهام الفلاسفة في كتابه، **تكوين العقل العلمي**، ص 48، "للفلسفة علم خاص بها وحدها هو علم العمومية، وسوف نبذل قصارى جهدنا لتبيان أن هذا العلم بالعام هو استمرار وقف للاختبار ونكسة للتجربة المبدعة". ويقول في موضعٍ آخر: "نزولًا عند رغبة أخصامنا، نزولًا عند رغبة الفلاسفة، سيتوجب علينا أن نضع التعميمات العظمى في أساس الثقافة العلمية". وفي هذا السياق، يبدو أن خصومة باشلار للفلاسفة لم تكن بسبب الطابع التعميمي لتنظيراتهم، وإلا ما كان سينزلق إلى لغة التعميم نفسها حينما شملهم بصفة جامعة ألغى فيها تنوع الفلاسفة واختلاف آرائهم.

(59) هنري بوانكاري، **قيمة العلم**، ترجمة الميلودي شغموم (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2006)، ص 9.

(60) المرجع نفسه، ص 18. البديهيات الأربع التي يقدمها بوانكاريه:

1- المقداران المساويان لثالث متساويان.

2- إذا كانت نظرية صحيحة بالنسبة إلى العدد 1، وإذا برهنا أنها صحيحة بالنسبة إلى (ن+1)، شريطة أن تكون صحيحة بالنسبة إلى ن، فإنها صحيحة بالنسبة إلى جميع الأعداد الصحيحة.

3- إذا كانت النقطة ج توجد بين أ و ب على مستقيم، وإذا كانت النقطة د توجد بين أ و ج، فذلك يعني أن د توجد بين أ و ب.

4- من نقطة خارج مستقيم، لا يمر إلا موازٍ لذلك المستقيم.

هذه البديهيات، يمكن إرجاعها كلها إلى الحدس، بحسب بوانكاريه، مع أن الأولى هي صياغة لقاعدة من قواعد المنطق، والثانية هي حكم تركيبي قبْلي خالص، وهي أساس الاستقراء الرياضي الدقيق، والثالثة هي استدعاء للخيال، والرابعة هي تعريف مقنع.

وفي هذا السياق، يعتبر باشلار، بالضد من الفلسفة التي تنحو إلى التعميم والانغلاق على مزاعم كهذه، ما يأتي: "تصبح النسبة تحت أقلام الفلاسفة نزعة نسبية، ويصبح الفرض افتراضًا والبديهية حقيقة أولى... [فالفيلسوف] يعتقد أن فلسفة العلوم يُمكن أن تقتصر على مبادئ العلوم وعلى القضايا العامة"[61].

ويبدو هنا أن باشلار تجاوز حد إطلاق تعميمات اتهامية بحق الفلسفة التي كانت، بحسب ما نعرفه عنها، تكتنف تاريخيًّا وفي صميمها الفكر العلمي برمّته. كان ذلك قبل أن تطّرد من لدنها التفرعات التي لن تنفصل عن الجذع البنيوي لطبيعة الفلسفة، التي زفرت في أثناء تمردها على مسيود المعرفة التقليدية بعضًا من الآراء المشاكسة، ليتأسس علم فيزيائي-فيزيولوجي-كيميائي...

في هذه الحال، لا يمكن تلك العلوم أن تنسلخ بالمطلق عن جذعها، لِما تمثله الفلسفة بالذات من حيّز متصل بالطبيعة الميتافيزيقية لتلهُّف الإنسان، ونزوعه الدائم نحو المجهول. والنزوع هنا تتخلله اعتبارات عدة لا تقتصر على وعينا بالشيء، إنما ثمة دور لتدخلات سيكولوجية، بحسب باشلار نفسه: "ولأن كل سيكولوجيا مرتبطة بمصادرات ميتافيزيقية، فالفكر يمكن أن يقبل ميتافيزيقيا بدل أخرى، لكنه لا يستطيع أن يستغني عن الميتافيزيقيا"[62].

فحتى المعرفة الفيزيقية أو معرفة الواقع، لا يمكن أن تكون مباشرة و"مليئة"، لأنها نور يعكس ظلاله في مكانٍ ما: "فالواقع ليس دائمًا ما يمكننا أن نعتقد، لكنه على الدوام ما كان يُفترض أن نفكر به"[63]. من هنا، نجد أن الفلسفة التجريبية مع باشلار لا يمكن أن تنفصل عن معقولية الفكر الفلسفي. ويؤكد هذه الفكرة ما يقوله في كتابه **تكوين العقل العلمي**: "ويكون الفكر التجريبي واضحًا، عندما يكون جهاز العقول عاملًا"[64].

---

(61) يُنظر: **الفلسفة الحديثة: نصوص مختارة**، اختيار وترجمة محمد سبيلا وعبد السلام بنعبد العالي (بيروت: أفريقيا الشرق، 2001)، ص 174.

(62) يُنظر: المرجع نفسه، ص 180.

(63) باشلار، ص 13.

(64) المرجع نفسه.

انتهى باشلار إلى عكس ما بدأ منه، تفنيدًا للحجج ضد فلاسفة محكومين بالبحث الدؤوب في المجال الميتافيزيقي. وهذا ما أحالهم إلى باحثين عن علّة الحدث كمعطًى أوّلي بالمعنى الذي ذهب إليه بوانكاريه، وذلك لفهم توالي أو تعاقب الأحداث في زمن لا يمكن فهمه إلا بالقياس العقلي، على ما ذهب إليه برغسون في تعريفه للزمان قائلًا: "إن الزمان الحقيقي هو ديمومة متصلة، أي لا صلة له بالمكان على الإطلاق، ومع ذلك، فمن المناسب، لأغراض عملية لنا، أن نُدرك العالم ونتصوره على أنه مكوَّن من موضوعات منفصلة ثابتة في أجزاء مختلفة من المكان، وأن نقيس الحركات عن طريق مسافات ثابتة"[65]. والقياس هنا هو الوسيلة شبه الوحيدة المتاحة أمام الوعي لسبر أغوار أشياء العالم الماثل أمام أحاسيسنا على نحوٍ فظيع، بحيث يبدو فيه الاختلاف (التنوع والتكاثر) لامتناهيًا إلى درجة تمنع تفسيره بغير القياس كحد فاصل بين ما نعرفه وما نلمسه، وما نفترض وجوده في غياهب السماء.

فإذا كان برغسون قد استند إلى القياس المنطقي في شرحه الكيفية المُثلى لإدراك الحركات الحاصلة في الأشياء، عبر قياسها على مسافات ثابتة، أي على نحوٍ رياضي محض، فإن باشلار نفسه لم يستطعْ التخلص، رغم تحزبه إلى التجريبية العلمية، من مبدأ القياس، الذي دعا من خلاله إلى قيامة "فلسفة علمية تفاضلية، هي بمثابة الند لفلسفة الفلاسفة التكاملية، وهاته الفلسفة التفاضلية هي التي سيكون عليها أن تقيس تطور الفكر..."[66].

في هذا السياق، لا بد من الإشارة إلى أن باشلار انحاز هنا إلى المنطق الجدلي المفتوح على إمكانات التغير والتبدل المستمرَّيْن، انطلاقًا، أو بالأحرى استكمالًا لمجرى بحثٍ يتجاوز النقطة التي وصل إليها فكر ما. وبهذا المعنى، يبدو الاطّراد الجدلي مبدأً تأسس أصلًا في المجال الفلسفي، قبل أن يترجمه نيوتن إلى معادلات رياضية تفسر المبادئ الفيزيائية. وما يقصده باشلار بالفلسفة

(65) وليم كيلي رايت، **تاريخ الفلسفة الحديثة**، ترجمة محمود سيد أحمد، تقديم ومراجعة إمام عبد الفتاح إمام (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2010)، ص 540-541.
(66) يراجع: **الفلسفة الحديثة**، ص 180.

التكاملية[67] لا يعدو عن أن يكون نطاقًا مغلقًا لمبادئ فلسفية مبنية على مزاعم محددة، تفترض بدورها أن ثمة أصلًا ثابتًا أو معطًى أوليًّا يركن إليه في تفسير عالمٍ متنوع ولامتناهٍ إلى درجة تستجلب تفسيرًا من هذا النوع المبسط، اقتصادًا للفكر (بحسب مبدأ إرنست ماخ Ernst Mach الشهير)، وإلا ما كان للناس الإيمان بوجود إله.

ولربما تكمن العلّة في طبيعة العقل نفسه، بحسب ما ذهب إليه برغسون: "فعقلنا يقيس، والقياس مستحيل خارج المكان المتجانس، لأن قوامه تطبيق مكان على مكان آخر. وهكذا، فإن الفيزيائي عندما يقيس الزمان يتخذ له وحدة قياس في مكانٍ معلوم، هو ذاك الذي يجتازه محرك في شروط فيزيقية معيّنة... والخطأ الفادح إنما يكمن في ترجمة الزمان إلى مكان، والمتعاقب إلى متواقت، فالديمومة غير مركّبة من أجزاء متجانسة وقابلة لأن تتطابق، بل هي كيفٌ محض تقدّم، وهي لا تنصرم في لامبالاة وعلى نسقٍ واحد، مثل الزمان المكاني في علم الميكانيكا، بل هي هذه الحياة عينها"[68].

بناء عليه، لمّا كان يستحيل اختبار تصوراتنا الميتافيزيقية بلغةٍ مغايرة للغة القياس العقلاني المجرد، وذلك نظرًا إلى طبيعة الموضوع المفارِق للمادة، فإننا نتناول المجردات الميتافيزيقية بأداة من صنفها، أي من خلال تجريدات عقلانية تقيم القياس وتعتمده، لأنه يقبض على طريقة الاستدلال على المجهول من المعلوم. فكيف إذا كنا نستنطق افتراضًا نظريًّا مجردًا لا أمان فيه، لانعدام الدليل عليه، فنتخذه رغمًا عنا بدهيةً للإقرار بمعطًى ما.

فالمشكلة إذًا ليست في آلية عمل الفلسفة، ولا في تبسيط الفلاسفة تعقيدات العلوم التجريبية، إنما في طبيعة استهدافها موضوعات ميتافيزيقية تستجر لغةً محكومةً بالمزاعم التعميمية.

إن نقض الحجة الفلسفية لمصلحة العلوم التجريبية لم يحل المعضلة التي زادت في فضح جهلنا المتافيزيقي. بناء عليه، فإن الفلسفات التجريبية التي ولدت

(67) يمكن الإشارة إلى أن حساب التفاضل يرتكز على هذه المعادلة $\frac{\Delta y}{\Delta x}$، أما حساب التكامل فيرتكز على المعادلة التالية: $\int_b^a f(x)dx$

(68) برهييه، ص 141.

من رحم الحماسة التفاؤلية التي كانت مسيطرة على تنويرية القرنين التاسع عشر والعشرين، مردها إلى مجموعة من الإنجازات التقنية التي اعتمدت العلم التطبيقي سبيلًا وحيدًا لتذليل العقبات أمام ما هو عيني ومباشر، ما آل ببعض المتحمسين، ومنهم باشلار، إلى المغالاة في التعويل على ما هو علمي لحل القضايا كلها، بما فيها القضايا ذات الطابع الميتافيزيقي هو ربما أن "الجهد الرياضي هو الذي يؤلف محور الاكتشاف، وهو وحده يتيح لنا أن نفكر في الظاهرة... وهذا الحساب هو في الحق الإطار النفسي للفكر النسبي. إنه أداة رياضية تبدع العلم الفيزيائي المعاصر مثلما يُبدع المجهر علم الحياة المجهري"[69].

لقد تحولت النسبية في العصر الذي ترجمه أينشتاين في معادلات فيزيائية، بيرقَ التفكير الفلسفي الناهض بقوة ليؤسس تيارًا عريضًا نادى فيه هيرالد هودفينغ (1843-1931) بالمذهب النسبي: "وهذا المذهب هو ما يحمله على إرجاع تعارض المذاهب الميتافيزيقية إلى تمايزات في القيمة والمنظور. وهكذا فإنه عندما تواجهنا جملة من العناصر، نستطيع أن نوجه اهتمامنا إما إلى العناصر وإما إلى ترابطها الداخلي الذي يجعل الكشف عن خاصيات لا يحوزها أي عنصر من العناصر إذا أُخذ على حدة"[70].

فالمسألة محكومة إذًا بطبيعة عن الجمع، دفعةً واحدة، بين خاصتَيْ النظر إلى العناصر المنفصلة لمكوّنٍ ما، تتصل عناصره وتتواشج على نحوٍ يُحيل مترابطاته شيئًا مغايرًا بالمطلق عن عناصره منفصلة. من هنا، يمكننا القول إن النسبية تقر بوجود ما لا يمكن الإحاطة به من جوانبه كافة.

فحتى نسبية باشلار، التي تعود إلى اعتبارات سيكولوجية، لم تُشكل سوى وجه من أوجه التناقض القاتل، وذلك في إنكاره الدور العلمي للفلسفة باعتبارها غارقة في تجريدات كلامية تنظر إلى ما لا يمكن اختباره على أرض الواقع، هذا من جهة، ومن جهة أخرى، في ترويجه لمعرفة علمية لا يمكن أن تكون بمأمن من التدخلات السيكولوجية للذات، الخاضعة بدورها إلى مؤثرات تجعل من المعرفة كلها مرآة للحيّز الميتافيزيقي الذي ينعكس من خلال الحالة السيكولوجية نفسها.

---

(69) ينظر: **الفلسفة الحديثة**، ص 185.

(70) برهييه، ص 217.

سابعًا: الوعي النقدي الأينشتايني متأثرًا بالفلسفة التجريبية

لا شك في أن أينشتاين كان على دراية كافية ببعض الفلسفات، التي ساهمت في تشكيل وعيه النقدي حيال مغالطات العلم الهندسي، المتماشية مع ما كان سائدًا في التفكير النظري الذي أخذ فيه العلم عن فكر ما قبل العلم، التصورات عن الفضاء، عن الزمن، وعن الجسم المادي (مع الحالة الخاصة المهمة التي يكون فيها الجسم جاسئًا)، وحوّرها وجعلها أكثر دقة، فأثمرت هندسة إقليدس، التي يجب ألّا تحجب صيغتها البديهية عنا، منبتها التجريبي (كإمكان إزاحة الأجسام بعضها عن بعض أو رصها بعضها فوق بعض)، وعلى الأخص طبيعة الفضاء الثلاثي الأبعاد وطابعه الإقليدي، "فهذا كله تجريبي الأصل"[71].

إن لهذا الاعتراف على لسان أينشتاين مترتباتٍ تأويلية على ما يمكن أن يجعلنا نتقصى عن مصدر الاستعانة بمنطلقات أينشتاين نفسه، في انقلابه على مغالطات الهندسة الإقليدية الناجمة، في رأيه، عن بداهة الاعتقاد الخاطئ بأن الفضاء هو عبارة عن صندوق، والعالم متشيئ فيه على شكل مكعباتٍ ذات خطوط مستقيمة.

وكي لا نذهب بعيدًا في التفسير والتأويل، لا بد لنا من التمعن في التعبير الواضح عن علّة رفضه التصورات شبه الفضائية التي تتعلق بعصر ما قبل العلم وتتموقع - في رأيه - جنبًا إلى جنب مع تصورات من المجال النفسي، فكل ظاهرة علمية ترد إلى علّة بسيطة، هذه العلّة ليست مفارقة للمادة وإنما هي حالة من حالاتها.

فالعالِم في رأيه يجتهد في أن يرد الألوان والنغمات إلى اهتزازات، كما يجتهد الفسيولوجي في رد الفكر والألم إلى عمليات عصبية، بشكل يستبعد العنصر النفسي بذاته (من حيث هو عنصر نفسي)[72].

ولكنه يتساءل عن السبب الذي يجعل العالِم، دون الفيلسوف، يبحث عن علّة مادية، أو "أرضية" بحسب تعبيره، لكي يرد إليها الظواهر الطبيعية: "لماذا كان علينا أن ندحرج الأفكار والتصورات الأساسية عن الفكر في العلم الطبيعي

---

(71) أينشتاين، ص 181.

(72) المرجع نفسه، ص 181.

من علياء سمائها عند جبال أولمب في أحضان أفلاطون، محاولين الكشف عن منبتها الأرضي؟ [فيجيب] بأنها الطريقة المثلى لتحرير كل الأفكار العلمية من ضروب الطلسم الذي حل عليها، وبذلك تتحقق أكبر حرية في تكوين الأفكار والتصورات، ويعزو الفضل الأكبر في ذلك إلى دافيد هيوم وإرنست ماخ"[73].

إن التنقيب عن العوامل المؤثرة في تكوين الوعي النقدي عند أينشتاين لا يحتاج إلى جهد، بعد أن دلّنا صاحب العلاقة نفسه على مكمن التأثر بالفلسفة التجريبية، معترفًا بالفضل المعرفي من لدن هيوم، وعلى تبدل نظرته المنهجية حيال ما كان يُعد بأحقية، حينما دمر المنطلقات التأسيسية للبلادة الذهنية المبنية على ما تعودنا عليه، منذ أن انبنى الفكر الفلسفي على بداهة النظر في الأشياء وتفسيرها، انطلاقًا من مبدأ العلاقة الضرورية بين السبب والمسبب، فقد نقض هيوم مبدأ السببية وقوض مبدأ الاقتران الضروريين بين علّة ومعلول، وأحل محلها الفلسفة الأمبيرية[74].

ولعل دوي نقد هيوم الهدّام للبداهة القائمة على قبْلية التسليم بمبدأ السببية، كان قويًّا لدرجة أنه لم يوقظ كانط من سباته الدوغمائي فحسب، بل إن الفلسفة كلها اتخذت من بعده منحًى مطعَّمًا بالبُعد التجريبي الذي ما عاد يهتم بالعلّة المفارقة، ولا بالسبب والجوهر، بل بالمعرفة التي يمكن أن تحصلها الذات عن معرفتها لذاتها.

بناء عليه، لم ينظر هيوم إلى الزمان ولا إلى المكان إلا بصورة اعتبارية. فلم يدخل في تفسيرات بعيدة عن الحاجة المنهجية إلى فهم كيفية تحصيل المعرفة: "فيبدو لي [يقول هيوم] أن هناك ثلاثة مبادئ وحسب، للاقتران بين الأفكار، وهي: التشابه، والتجاور في الزمان أو في المكان، والسبب أو الأثر"[75].

---

(73) المرجع نفسه.

(74) وهي تسمية يقول موسى وهبة إنها تطلَق على مذهب في المعرفة ينطلق من تقرير أن الخبرة الحسية المصدر الوحيد لما نعلم، وذلك في مواجهة المذهب العقلاني القائل باستناد ما نعلم عن العالم وعن أنفسنا إلى الأفكار الفطرية ومبادئ الذهن القبْلية مبحث في الفاهمة البشرية.

(75) ديفيد هيوم، **مبحث في الفاهمة البشرية**، ترجمة موسى وهبة (بيروت: دار الفارابي، 2004)، ص 46.

لقد استعاض هيوم عن مبدأ السببية بمبدأ الاقتران الضروري الذي لا يمكن تأكيده عبر آخرَ اسمه الاعتقاد القَبْلي. إنما بالتجربة وحدها تتحصل معرفتنا التي يجب ألّا تنسينا أنها قامت في أساسها على الخبرة المكتسبة، فهي إذًا تشكل الضامن الوحيد من أي زلل نحو التعميم الفارغ لتجريدات نظرية تتواشج مع أوهام تصورات خادعة عن الحقيقة: "إذ لمّا كان للذهن سلطة على أفكاره كلها، فإنه يستطيع أن يلحق إراديًّا هذه الفكرة المخصوصة بالتوهم. ويصير بإمكانه بالتالي أن يعتقد ما يحلو له على عكس ما نصادفه في الخبرة اليومية"[76].

لذلك، نحا أينشتاين منحًى انقلابيًّا على جميع الشروحات الفيزيائية التي تعتمد على التسليم ببداهة، ولا يمكن أن يبنى عليها سوى مغالطات ناجمة عن خطأٍ في الأساس المنهجي، لأي تفكيرٍ ينزع نحو التجريد، ومن ثم التسليم بقبْليات لا مجال فيها للتجريب. لهذا، كان تأثره بهيوم تأثرًا بالمنحى الذي أرسى فيه ذلك الفيلسوف معيارًا معرفيًّا لا مجال فيه للتجريدات النظرية، ولا للتفلسف، خارج نطاق قدرة الإنسان على تجريب فرضياته على أرض الواقع، ما دام "من السهل التسليم بهذه القضية (الأسباب والمسببات لا تُكشف بالعقل بل بالخبرة)"[77].

إن دقة اقتحام المجال الفيزيائي في تحديد الزمن غير المحدود بوصف ماهيته، بما يستحيل قياس مدته إلا بالنسبة إلى شيءٍ معينٍ أمامنا، على نحو ما نراه شاخصًا أمام أعيننا، جعلت الفيزيائيين يلجأون في معظمهم إلى وحدة قياس متسقة منطقيًّا، منبتها منطق احتمالي متماسك لا مجال لتأكيده، ما دام أن حجة نقضه لا يتوافر فيها مستوى الاتساق المنطقي الذي جعل الفلاسفة كلهم، وأوّلهم أرسطو، يفترضون أن لا وجود للزمن من دون أحداثٍ نقيس عليها الزمن، الذي نحن بصدد تعريفه. وبهذا لا يمكن ألا يكون للزمن منطلقات قياسية تعتمد على حدسٍ فيزيولوجي، لتكرارٍ منتظمٍ بصورةٍ دائمة.

إن الفرق الذي أحدثه أينشتاين في توصيفه الزمن، في أن يكون لديه كينونة مستقلة وفاعلة، إضافةً إلى كونه عاملًا من عوامل التأثير التفاعلي في تكوين

---

(76) المرجع نفسه، ص 79.

(77) المرجع نفسه، ص 52.

الأشياء إلى درجة أنه بات يُشكل بُعدًا رابعًا يتدخل في تحديد سرعة الأجسام وحركتها، لم يلغِ صفة الزمن الاعتبارية، ما دام أن الإنسان عاجز عن الإمساك بناصية البداية، كحد مطلوب في متابعة تتاليه غير المحدود في مكانٍ، هو بالتالي يخضع وجوده عند أينشتاين لوحدة قياس اعتبارية، لأن ليس في مقدور البشر النفاذ إلى الحدود التي تسمح برسم إطارٍ للعالم (المكاني) مغايرٍ لشكل الصندوق كمحتوى مرسوم أو متخيل بحسب الخطوط المستقيمة في هندسة إقليدس، القاصرة عن استيعاب الحركة اللولبية للأشياء التي تتمدد بصورة مغايرة، أي على شكل التواءات وانحناءات زئبقية تحاكي أكثر الاعوجاجات الهندسية في خطوط مينكوفسكي. لكن في كلتا الحالتين، يبقى الزمن عصيًّا على الإمساك، كما هو حال المكان المتفلت من النطاق الذي نفترضه فيه وعاءً لأشيائنا.

بناء عليه، إن قياس الزمان ومن ثم المكان مسألة على درجة من التعقيد، ما دمنا لا نستطيع إجراء مثل هذه العمليات عبر الاعتماد على وحدة قياس، لأن ثمة متغيرات طفيفة حاصلة، وهي غير منظورة إلا أنها مؤثرة، ففي كل ملّمتر من الطول، سيكون هناك مليارات من الوحدات الصغرى، كما هو حال الدقيقة. وفي كلٍّ منها مليارات من أجزاء الثانية(78). ولأن معدل دوران الأرض يتغير بشكل طفيف، توصل العلماء في عام 1956 إلى اتفاق عالمي لحساب وحدات الزمن، وهكذا.. ما يؤدي إلى تغيرات مذهلة على هذا الصعيد في فهم علم الذرّة الحديثة.

(78) يقول كارناب في كتابه **الأسس الفلسفية للفيزياء** إنه بسبب معدل دوران الأرض الذي يتغير بشكل طفيف، توصل العلماء في عام 1956 إلى اتفاق عالمي لحساب وحدات الزمن على أساس حركة الأرض حول الشمس في عام واحد معين. وفي عام 1964 جرى التخلي عن هذا النظام من أجل نظام أكثر إحكامًا، هو حساب الثانية على حساب معدل الاهتزاز الدوري للسيزيوم (cesium) الذري.

الفصل السابع

الذرّة من المفهوم الفلسفي إلى المفهوم الفيزيائي

أولًا: الذرّة مفهومًا فلسفيًّا

لا شك في أن مفهوم الذرّة يتيح في سياقه الإشكالي تتبُّع مآلات التبدل والتغير في الخط التصاعدي لتطور تفكير الإنسان في كثير من المفاهيم العلمية الملتبسة، التي انحدرت في ولادتها الأولى من الأساس الفلسفي الصلد، فوجدنا أنفسنا ملتزمين الإلمام ببعض التفسيرات المتنوعة، التي تنتمي إلى العصور التي اعتمد فيها الفلاسفة منطقَ القياس الذهني البحت في تحديد ماهية المادة الفيزيائية، حتى أنه يمكن القول بتفسيرات جامعة رغم اختلاف روادها، لحقبة ما قبل سقراط عمّا بعده، يمثلها قطبان فلسفيان على درجة من التناقض والتضاد، تمثل الأول بإنكار بارمنيدس (Parminides) التغيّر في أصل المادة، لأنها جوهر لا يفنى ولا يتغير، وتمثل الآخَر بنظرية الصيرورة عند هيراقليطس، الذي اعتبر أن الأشياء المادية كلها تخضع لنوعٍ من الحركة والتبدل يصيِّرها من حال إلى حال، ما أدى إلى أن تتولف نتيجة هذا التضاد المعرفي نظرية الفلاسفة الذريين، الذين أوجدوا، فضلًا عن أفلاطون، مركّبًا يجمع بين وجهتَي النظر المتعارضتين هاتين: "فمن بارمنيدس أخذوا الجزيئات الأولية الثابتة التي قالوا بها، ومن هرقليطس أخذوا فكرة الحركة التي لا تنقطع"[1].

---

(1) برتراند راسل، **حكمة الغرب: عرض تاريخي للفلسفة الغربية في إطارها الاجتماعي والسياسي**، ترجمة فؤاد زكريا، سلسلة عالم المعرفة 364 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2009)، ص 57.

كان من الطبيعي أن تختمر هذه المزاعم الناجمة عن تقدير الفلاسفة لماهية العالم ومركّبه وأصل المادة، لتثمر بالتالي نظريات مهجَّنة، أو بالأحرى مطعَّمة بكِلا الضدّين، أي بالذي جعل أنبادوقليس يوفِّق بين المذهب الإيلي وشهادة الحواس المعتادة، إذ اعترف بجميع المواد التي جرّب الفلاسفة من قبله أن يجعلوها أساسية، وأضاف إليها مادة رابعة، وأطلق على هذه المواد اسم "جذور الأشياء، ثم أسماها أرسطو فيما بعد بالعناصر، وتلك هي نظرية العناصر الأربعة المشهورة (الماء والهواء والنار والتراب)"[2].

إن ما يبعث على الظن أن الإنسان انكب على فك شيفرة أصل الحياة، منذ أن بدأ يجتهد في التفكير في المظاهر التي تخبئ عللًا واضحة وعللًا غامضة، تُسبب حركة الأجسام لتتبدل بنتيجتها جميع المظاهر الماثلة أمام أحاسيسنا بانتظام دوري، كما لو أن لها مدبرًا متحكمًا في أصل المادة وأصل الكون، هو نوع من التفكر الاستدلالي الحاصل بمؤدى القياس المنطقي المجرد، الذي يفضي إلى تلك التجريدات المفترضة بشأن أصل الكون.

ففي مهب هذا الانكباب التاريخي على التفسير والتحليل، قد نتحصل على بعض النظرات الثاقبة والآراء السديدة، قياسًا بالمتوافر في عصر لم تكن فيه التقانة العلمية على مستوًى يسمح بالتجريب، لإعادة النظر بتصورات افتراضية، جعلتنا نجهل الأسباب التي بنى عليها أناكسيمنس اعتباره للهواء أنه مادي. أما أنبادوقليس، فإنه يقف على أرضية مختلفة، لأنه اكتشف الحقيقة القائلة إن الهواء مادة، وذلك من خلال إجراء تجارب على الساعات المائية، ففي الوقت الذي استخدم فيه السابقون كلمة "الهواء" (air) نراه هو يسمّي هذه المادة الأثير (ether)، وقد اكتسبت هذه الكلمة مكانة علمية جديدة في النصف الثاني من القرن التاسع عشر، عندما اقتضت النظرية الكهربية المغناطيسية وسيطًا ما لنقل الموجات[3].

(2) المرجع نفسه، ص 58.
(3) المرجع نفسه، ص 59.

وفي هذا السياق لا ندري هنا ما إذا كان تأويل الفلاسفة المعاصرين للتاريخ هو ما جعل برتراند راسل يغوص زمنيًّا في تلابيب العصور اليونانية الغابرة، ليلتقط الجذر المعرفي لعقلانية الغرب الضاربة، بحسب رأيه، في عمق التاريخ، أي في جذور التراث اليوناني، بُغية تأصيل التفوق الغربي، لذلك كان لا بد له من أن يجد للتفوق مصادر تاريخية، وُلدت فيها نسبية أينشتاين من صيرورة هيرقليطس.

1. التاريخ الفلسفي للذرّة

من الطبيعي أن يتخذ الرسم البياني لتاريخ الذرّة الحديثة خطًّا تصاعديًّا متتاليًا، بحسب التفسير، أو بالأحرى التأويل الآنف الذكر، منذ أن اهتم أناكساغوراس (Anaxagoras) بالموضوعات العلمية والبحث في الكونيات، ليجد أن كلًّا من الجاف والرطب، الحار والبارد متضمّن، بعكس ما ذهب إليه بارمنيدس، نسبًا متفاوتة، في كل قطعة ضئيلة من المادة مهما صغر حجمها. ولكي يثبت قضيته هذه، قال بفكرة قابلية المادة للانقسام إلى ما لا نهاية: "إن الأشياء الموجودة في العالم لا تنقسم ولا يقتطع بعضها من بعض بضربة فأس ... وفي كل شيء يوجد قدر من كل شيء"[4].

لقد وصل راسل في تأريخيته العلمية إلى نقطة أقر فيها بأن الكلام عن الذرّة بشكلٍ واضح، وكموضوعة مستقلة، جاء مع لوقيبوس (Leucippus)، أبي المذهب الذرّي، في توفيقه بين الواحد والكثير؛ فهو أدخل فكرة الجزيئات المكونة التي لا تحصى، وهي الذرات التي تعني (في أصلها اليوناني) الأشياء التي لا تمكن تجزئتها.

هذه الذرات تتحرك دومًا "في فراغ ... أما المكان الذي تشغله فهو بالطبع قابل للانقسام رياضيًّا بغير حدود، والسبب الذي يجعل الذرّات لا تُرى بالطريقة بالطريقة العادية هو أنها صغيرة إلى حد هائل"[5].

(4) المرجع نفسه، ص 70.
(5) المرجع نفسه، ص 82.

لذلك، يمكننا أن نصنّف جماعة السفسطائيين بأنهم هُم من وضع حجر الأساس للتجريبية والنسبية، قبل أن تتحول إلى مذهبيْن قائميْن بذاتهما في العصر الحديث، وذلك بعد أن صارت الفائدة المادية المباشرة تشكّل معيارًا للإنسان الذي لا مجال عنده للكلام عن حقيقة خارجة عنه. يلخص ذلك بروتاغوراس في كلمته المشهورة: "الإنسان مقياس كل شيء، الأشياء الموجودة على أنها موجودة والأشياء غير الموجودة على أنها غير موجودة"[6]. وهكذا، فإن رأي كل إنسان صحيح بالنسبة إليه، بالمعنى الفينومينولوجي، ولا مجال لحسم الخلافات والفروق على أساس حقيقة مجردة.

لعل تصنيف السفسطائية برمّتها في خانة التفكير الهابط، مرده إلى الحاجة التاريخية إلى أن يكون للفلسفة غرض أسمى من العيني والمباشر. لهذا انبرى سقراط مبشرًا وداعيًّا إلى مفاهيم الفضيلة والقيم، وكل ما أحال إلى الإنسان وجودًا أسمى من الغاية السفسطائية المتمثلة في تدبير عملاني يعتمد على الأحاسيس ويرد الحقيقة إلى ما تراه الذات حصرًا.

وفي هذا السياق، نرى أن انشغال الفلاسفة ما بعد سقراط، بالعيني والمادي، نحا منحى تقميش الأدلة على وجود عالم قيمي وعلّة مفارقة تمثل الحقيقة في ذاتها.

من هنا، نجد أن انشغال الفلاسفة السابقين على فيلسوف الفضيلة كان منصبًّا، في مجمله، على البحث عن أصل الكون وعلّة حركة الأفلاك، عن طريق استدلالات مادية تسمح باستنباط تصورات معينة، لا مجال للتحقق من صحتها، إلا عبر القياس النظري المجرد.

2. فلاسفة الذرّة الأوائل

طوّر ديمقريطس (Dimocritus)، المعروف أيضًا بديمقريطس الأبديري (نسبة إلى أبديرا في تراقيا) النظرية الذرية على أساس "التمييز بين الأشياء كما هي عليه

(6) أفلاطون، **أفلاطون في العلم: محاورة ثياتيتوس**، ترجمها عن النص اليوناني مع مقدمات وشروح عزت قرني (الكويت: مجلس النشر العلمي-جامعة الكويت، لجنة التأليف والتعريب والنشر، 2001)، ص 152.

في حقيقتها، والأشياء كما تبدو لنا. وهكذا، فإن العالَم المحيط بنا يتألف حقيقةً، وفقًا للتفسير الذرّي، من ذرات في فراغ فحسب على حين أن هذا العالم يتكشف لنا في تجربتنا على أنحاء شتى، وهذا يؤدي إلى تمييز آخر بين ما أُطلق عليه بعد ذلك بوقت طويل اسم الكيفيات الأولية [الشكل والحجم والمادة] والكيفيات الثانوية [الألوان الأصوات الطعوم] ... تفسر هذه الأخيرة على أساس الأولى، التي تنتمي إلى الذرات نفسها"[7].

يعتبر راسل أن ديمقريطس هو أول فيزيائي حقيقي، لأنه أول من اعتقد أن الخامة الأولى التي صُنعت منها الأشياء المادية هي جسيمات غير قابلة للانقسام، وأطلق عليها اسم الذرات. والإنسان لا يستطيع أن يدركها بشكلٍ مباشر لأنها تقع خارج متناول حواسه، لكنه يستطيع أن يستدل على وجودها، لأنه امتداد لفعل إدراكٍ حسي[8].

من هنا، نجد أن نظرية ديمقريطس بشأن الذرّة إنما هي استدلال افتراضي قائم على الإدراك الحسي لِما لا يمكن الحس أن يلتقطه بشكل مباشر، فحال الصواب عند ديمقريطس حيال قضيته بخصوص الذرّة كحال الخطأ الحاصل مع غاليلي حيال قضيته بخصوص الحركة. ونعني هنا أن معيار الخطأ والصواب يكمن في كيفية الاستدلال وفق السبل والوسائل المعتمدة للوصول إلى نتيجة صادقة.

يبدو أن كل من يهتم بالتفسير المادي لأصل العالم قد يخلص إلى نتائج، رغم الفروق بينها، إلا أنها تبقى شبه متجانسة. ولذلك الأمر سبب بنيوي يعود إلى المنطلقات التي آلت بالاهتمام "الذري-المادي" عند ديمقريطس إلى خلاصات قريبة من نسبية المعرفة في الفلسفة المعاصرة، على شاكلة ما انتهى إليه من مواءمة شبه مستحيلة بين إقراره بأن "المعرفة الحسية نسبية بينما المعرفة الحقة في العقل الذي هو صدى الحس [...] ولا يفسر كيف يرتفع العقل فوق الحس ويدرك المحسوسات"[9].

---

(7) راسل، **حكمة الغرب**، ص 86.

(8) المرجع نفسه، ص 40.

(9) يوسف كرم، **تاريخ الفلسفة اليونانية**، راجعته ونقحته هلا رشيد أمون (بيروت: دار القلم، [د. ت.])، ص 41.

ويبدو على غير صعيد أن كلًّا من الفيلسوفين لوقيبوس وديمقريطس كان مقتنعًا أشد الاقتناع بقول الإيليين بأنّ "الوجود كله ملاء، وإن الحركة ممتنعة بدون خلاء، والخلاء لا وجود له، ودلّتهما التجربة على وجود ذرات مادية، كالتي تتطاير في أشعة الشمس، وكالذرات الملونة التي تذوب في الماء، والذرات الرائحية التي تتصاعد مع الدخان والهواء. ودلّتهما التجربة أيضًا على أن اللبن والخشب يرشح منهما الزيت والماء، وأن الضوء يخترق الأجسام الشفافة..."[10].

وفي هذا السياق، لعل الباحث يوسف كرم محق في قوله إنه قلّما نجد باحثًا في الفلسفة قد أقام فرقًا أو فصلًا تامًا بين لوقيبوس وديمقريطس[11].

ذلك ما نجده عند عالم فيزياء الذرّة هايزنبرغ، الذي وجد أن المواءمة الأولى بين الفلسفة العقلية ومفهوم الذرّة المادية تمّت بشكل صريح مع لوقيبوس وديمقريطس. يقول هايزنبرغ: "لم يكن هناك إلا خطوة واحدة بين هذه الفلسفة ومفهوم الذرّة، وقد قام بهذه الخطوة كل من لوقيبوس وديمقريطس الأبديري"[12].

يضيف هايزنبرغ أن التناقض بين الوجود والعدم في فلسفة بارمنيدس يكتسب طابعًا دنيويًّا علمانيًّا، ليصبح تضادًا بين الملآن والفارغ. ويشبّه الذرّة بالوجود الذي ما هو بواحد، بل كثيرًا ما يمكنه أن يتكرر إلى ما لا نهاية. وهذا بالذات هو الذرّة، أدق وحدات المادة غير القابلة للانقسام أو التجزئة[13].

ومن ثم يقارن بين العدم - أو الفراغ - في فلسفة بارمنيدس وبين المفهوم نفسه عند ديمقريطس، فيقول إن بارمنيدس أنكر وجود الفراغ إنكارًا معلَّلًا تعليلًا منطقيًّا، وهو أن العدم لا يمكن أن يكون له وجود، وأن الفراغ بين الذرات لم يكن

---

(10) المرجع نفسه، ص 38.

(11) من هنا، كان إقرار الباحث يوسف كرم بأن الفيلسوفين لوقيبوس وديمقريطس كانا مقتنعين بأن الوجود كله ملاء، والخلاء لا وجود له، كما سبق أن ذكرنا.

(12) فيرنر هايزنبرغ، **الفيزياء والفلسفة**، ترجمة صلاح حاتم (اللاذقية: دار الحوار للنشر والتوزيع، 2011)، ص 62-64.

(13) المرجع نفسه، ص 64.

عدمًا في فلسفة ديمقريطس، الذي قال إن شيئًا لا لون له إلا في الظاهر، وليس حُلوًا أو مُرًّا إلا في الظاهر، والحق أنه لا وجود إلا للذرات أو الفراغ[14].

لكن علّة شهرة ديمقريطس كفيلسوف الذرّة الأول تعود إلى ما يبعث على الظن أنه لم يتكلم على الذرّة في سياق شرحه نظرية مفارقة للمادة، أي أنه لم يتكلم عليها بأسلوب عَرَضي، إنما شكلت عنده جوهر فلسفته التي جعلته ينطلق في تفسيره أصل الكون كله، من الذرّة كعنصر مؤسس لجميع الأشياء المادية، وحتى الروحية.

وهذا ما أدى إلى تصنيفه بأنه صاحب المنهج الذري، في شرحه المنطقي لحركة المادة، وتحوّلها في حيّز يتيح لها أن تتبدل لتتخذ أشكالًا عدة، باطنية وظاهرية، باعتبار أن الخلاء ليس عدمًا، إنما هو فسحة فضاء للذرّة التي تملأ الخلاء الممتد باتصال متجانس. وحتى النفْس عند ديمقريطس لم تُعفَ من تفسيره المادي، بعد أن اعتبرها مبدأ الحركة في الكائنات الحية، فهي جسم ناري له مركّبات جوهرية، وهذه الجواهر منتشرة في الهواء الذي يدفعها إلى الأجسام، فتتغلغل في البدن كله، وتتجدد بالتنفس في كل آن. وما دام التنفس، دامت الحياة والحركة...

فديمقريطس مضى بالمذهب الآلي إلى حدّه الأقصى، ووضعه في صيغته النهائية، فقال إن كل شيء امتداد وحركة فحسب، ولم يستثنِ من ذلك النفسَ الإنسانية أو حتى الآلهة، فذهب إلى أنهم "مركَّبون من جواهر كالبشر، إلا أن تركيبهم أدق. لذلك هم أحكم وأقدر وأطول عمرًا، ولكنهم لا يخلَّدون، كأنهم خاضعون للقانون العام، أي للفساد ... حسب ضرورة مطلقة ناشئة من 'المقاومة والحركة والتصادم'"[15].

وصل المذهب الذري إلى حدّه الأقصى مع ديمقريطس، وهو ما يمكن اعتباره ذروة الفلسفة المادية، التي ولد أصحابها من رحم عصرٍ كانت المعرفة فيه لا تزال منغمسة بالعيني والمباشر؛ ذلك لأن الوعي كان آنذاك لا يزال مفتقرًا إلى

(14) المرجع نفسه.
(15) المرجع نفسه، ص 40.

غنى التصورات العقلية الخيالية المجردة بشأن وجود عالَم مفارق للمادة، كالتي دشن فيها سقراط، ومن بعده أفلاطون، مساحة جديدة للبحث عن ماهية، أو علّة ثابتة، لا يطاولها فساد التبدل في عالمٍ متبدل.

ثانيًا: الذرّة الحديثة، تدشينٌ جديدٌ في مساحات العلم

أغفل العلم، ولفتراتٍ طويلة من الزمن، مفهوم الذرّة، على اعتبار أن حدود المادة تنتهي عنده. لذلك، كان من غير المجدي بالنسبة إلى العلماء البحث في مسألة منتهية أصلًا عند الفلاسفة. إلا أن الطفرات العلمية التي نجمت عن تقطعات معرفية، قطعت حبل السرة بين العلم والفلسفة، وأماطت اللثام عن الغشاوة التي كانت تكتنف عالم الذرّة، حيث اكتُشف في أواخر القرن التاسع عشر أن الذرّة ليست أصغر مكونات المادة، وإنما تحتوي على مكونات تصغرها حجمًا ووزنًا، وهي البروتونات والنيوترونات والإلكترونات.

1 . الذرّة الحديثة مفهومًا فيزيائيًّا

لا يمكن الجزم في تحديد بداية الذرّة كمفهوم فيزيائي، لأن كثيرين من علماء الفيزياء حاولوا أن يقدموا الصيغة النهائية لبنية الذرّة في جهود فردية متفرقة، لكنها متتالية في الترتيب الزمني. بيد أن يمكننا القول إن جذور الذرّة في تاريخ الفيزياء تعود إلى جان بيران (Jean Perrin) عام 1895، ثم مع إميل ويتشرت (Emil Wiechert) في كانون الثاني/ يناير 1897، ثم مع فالتر كاوفمان (Walter Kaufmann) في تموز/ يوليو 1897، ثم مع جوزف جون طومسون (J. J. Thomson) في تشرين الأول/ أكتوبر من العام نفسه(16)، وهذا الأخير يُجمع بشأنه كثير من الفيزيائيين على أنه مكتشف الإلكترون(17).

---

(16) Jean Perrin, *Les atomes*, Présentation et notes de Francis Perrin, coll. Idées 222 (Paris: Gallimard, 1970; [1948]), p. 277.

(17) Arthur W. Adamson, *Understanding Physical Chemistry*, 3rd ed. (Menlo Park, Calif.: The Benjamin-Cummings Publishing Co., 1980), p. 448.

يشار إلى أن كتاب آرثر آدامسون (Arthur Adamson) **فهم الكيمياء الفيزيائية** (*Understanding Physical Chemistry*) موجّه إلى ذوي الاختصاص في علم الكيمياء (طلاب السنة الجامعية الثالثة). وهو يذكر فيه أن الفيزيائي الإنكليزي جوزف جون طومسون (1856-1940) هو أول من اكتشف وجود جسيمات ما دون ذرية (الإلكترونات)، فلُقّب بأبي الإلكترون، وحاز لهذا السبب جائزة نوبل في الفيزياء.

ولسنا ندري إن كان في استطاعة علماء الفيزياء أن يصفوا بنية الذرّة بشكلٍ دقيق، خصوصًا أن موضوع الوصف هو موضوع شبه ميتافيزيقي، لأنه غير متعيَّن أمام الحواس ويقع خارج حدود وسائلهم المعرفية، ولا سيما في ذلك الوقت الذي لم تكن فيه أجهزة القياس على درجة عالية من الدقة. وهذا ما يشير إليه كتاب برناديت بنسود-فانسان (Bernadette Bensaude-Vincent) وكاترين كونلي (Catherine Kounelis) **الذرات: أنطولوجيا تاريخية** (*Les Atomes: Une anthologie historique*) بالقول إنه كان للذرّة مع الفلسفة اليونانية القديمة طابع ميتافيزيقي بحت مع أبيقور، الذي قال بأن وصف الطبيعة يبدأ بوصف أصغر مكوّناتها، وبروح فلسفية[18].

من هنا، كان اعتقاد بعض الباحثين والمفكرين أن أبيقور هو أول الفلاسفة الذريين[19]، وقد اشتُق من فلسفته علم مستقل قائم على دراسة الذرّة فحسب، وهو علم الذرّوية (l'atomistique)[20].

إلا أن البعض الآخر يرجح أن مفهوم الذرّة كان في بداياته الأولى مع الفيلسوفين اليونانيين لوقيبوس وديمقريطس، قبل أن يبدأ العلم بتناوله في القرن السابع عشر[21].

من هنا، كان لزامًا على الفيزيائيين أن يتناولوا تطور مفهوم الذرّة من منطلق فلسفي، ومقارنته بشكله العصري في الفيزياء، على اعتبار أن بداية هذا المفهوم كانت مع الفلاسفة الذريين، حيث نجد جذور العلاقة التاريخية بين الفيزياء والفلسفة. ويشير فيرنر هايزنبرغ في كتابه **الفيزياء والفلسفة-ثورة في العلم الحديث** (*Physics and Philosophy: The Revolution in Modern Science*) إلى هذه العلاقة بأسلوب ممتع وشيق يتيح للقارئ الاطلاع على الأصول التاريخية لمفهوم

(18) Bernadette Bensaude-Vincent & Catherine Kounelis, *Les atomes: Une anthologie historique* (Paris: Presses Pocket, 1991), p. 21.

يقول أبقراط: "ولأن هناك الكثير من الأشخاصِ، عزيزتي هيرودوت، ليسوا في حالة تؤهّلهم أن يدرسوا بعناية ما كتبته عن الطبيعة، ولا أن يتفحّصوا بتأنٍّ أعمالي الأكثر انتشارًا؛ قمت بتأليف مختصرٍ عن مجمل فلسفتي".

(19) Ibid., p. 19.

(20) Ibid., p. 5.

(21) Werner Heisenberg, *Physique et philosophie: La science moderne en révolution*, Jacqueline Hadamard (trad.) (Paris: Albin Michel, 1961), p. 57.

الذرّة بأسلوب عالِم الفيزياء[22]. لذا، سنستعرض في ما يأتي أهم المحطات في تاريخ الذرّة الحديثة مع أبرز علماء الفيزياء الذين تركوا بصماتهم في علم الذرّة.

2. نموذج الذرّة الحديثة مع إرنست رَذَرفورد

اكتشف إرنست رَذَرفورد (Ernest Rutherford) أن الذرّة هي نواة ذات شحنة موجبة تحيط بها الإلكترونات ذات الشحنة السالبة. وكان ذلك الاكتشاف ناتجًا من اختبار أجراه على الراديوم (Rd) خلال مروره على شريحة معدنية، حيث لاحظ انبعاث جسيمات ألفا (α) منها، نتيجة مرور الراديوم عليها[23].

وقد عرض رَذَرفورد نموذجه للذرّة في عام 1911، حيث قام بوصف الذرّة من خلاله بأنها "نواة موجبة تتركز فيها كتلة الذرّة، وتدور حولها إلكترونات كما تدور الكواكب حول الشمس"[24]. ورأى في تحليله آليه عمل الذرّة أن النواة تبذل جهدًا لجذب الإلكترونات، أو قوة كهربائية تماثل في شكلها قوة الجاذبية. ويحتل الفراغ القسم الأكبر من الذرّة، حيث يشكل مساحة فاصلة بين الإلكترونات والنواة، فتدور الأولى حول الأخرى. ورأى أن هناك علاقات ترابط كيميائية بين ذرات المادة (الواحدة المجاورة للأخرى) وهي التي تحفظ توازن الذرّة، واستنتج أن النواة هي التي تتحكم في سلوك الذرّة[25].

هذا الأمر سمح له بطرح بنية ملائمة لتطبيق قوانين الميكانيكا. لكن الواقع يدحض هذه الفكرة، إذ إن الإلكترون يخضع لتسارع هائل داخل الذرّة، ويخضع لقوى كهربية، ففي جزء من الثانية لا بد أن يُصدر الإلكترون إشعاعًا بسرعة تستنزف طاقته، ما يدفعه إلى التوجه إلى النواة ليعوض الطاقة التي خسرها. بناءً على ذلك، لا بد أن تنهار الذرّة لحظيًّا، ما يعني انهيار قوانين الفيزياء، ولا سيما قوانين نيوتن[26].

---

(22) Ibid.

(23) رولان أومنيس، **فلسفة الكوانتُم: فهم العلم المعاصر وتأويله**، ترجمة أحمد فؤاد باشا ويمنى طريف الخولي، سلسلة عالم المعرفة 350 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2008)، ص 186.

(24) Heisenberg, *Physique et Philosophie*, p. 18.

(25) Ibid.

(26) أومنيس، ص 187. ونجد الفكرة نفسها في كتاب هايزنبرغ، ص 18.

لذلك، كان لا بد للفيزيائيين من تصوُّر جديد لآلية عمل الذرّة، يزيل التناقض القائم بين المعطيات التجريبية للواقع والبناء المنظوماتي للميكانيكا القديمة.

3. بنية الذرّة الحديثة مع نيلز بور (الأرضية الرئيسة لفيزياء الكوانتُم)

إزاء المشكلة التي طرحتها بنية الذرّة مع نموذج رَذَرفورد، قدّم نيلز بور (Niels Bohr) في عام 1913 ديناميكا جديدة للذرّة، وحاول من خلالها أن يصف آلية عمل الإلكترونات بطريقة لا تتناقض مع قوانين الميكانيكا الكلاسيكية، فهو يعرف إلى أي مدى تدخل مفاهيم وتصورات الفيزياء الكلاسيكية، ولا سيما في حقل الكهروديناميكا، في صراع مع تصورات الفيزياء الحديثة (ويقصد بها تصورات رَذَرفورد)[27].

ويمكن القول إن بور هو من وضع حجر الأساس للنظرية الكمية، عندما أعلن أن الإلكترونات في الذرّة تدور حول النواة، وفق حركة شبيهة بحركة الكواكب حول الشمس. وبيَّن أن في الإمكان فهم القوانين التي تحكم الطيف الذري، أي ترددات الضوء الذي تبعثه عناصر الذرّة، إذا اقتصرت حركة الإلكترونات في مدارات ثابتة ضمن مجموعة ثابتة من "المستويات الكمية"، بحيث إنها تتحرك بين هذه المستويات، ممتصةً أو باعثةً ترددات الضوء المنفصلة (أو كمات الضوء). من هنا جاءت قوانين الكم التي بدأها بور وأنهاها كلٌّ من هايزنبرغ وشرودنغر[28].

يقول بور في كتابه **الفيزياء الذرية والمعرفة البشرية** (*Atomic Physics and Human Knowledge*) إن اكتشاف رَذَرفورد نواة الذرّة جعل مفاهيم الميكانيكا والكهروديناميكا الكلاسيكية غير قابلة للتعبير عن ثبات الذرّة. ويضيف في

---

(27) Niels Bohr, *Physique atomique et connaissance humaine*, Edmond Bauer & Roland Omnès (trad.), Revue par Catherine Chevalley (Paris: Gallimard, 1991; [1961]), p. 200.

يقول نيلز بور: "أتمنى أن أكون قد عبّرت بوضوح عما يتعلق بقدرتكم على مقاربة النقطة التي تخوض فيها هذه الاعتبارات، وفق منطق بديع، صراعًا مع الهيكلة المفاهيمية التي أطلق عليها بحق 'النظرية الكلاسيكية للإلكتروديناميكا'. من جهة أخرى، حاولت أن أتشارك معكم الانطباع، أنّ التركيز بدقة على هذا الصراع، سيمكّن من إقامة بعض التماسك بين التصوّرات الجديدة".

(28) لورانس كراوس، **كون من لا شيء**، مع تعليق ريتشارد دوكينز، ترجمة غادة الحلواني (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع؛ القاهرة: منشورات الرمل، 2015)، ص 92-93.

السياق عينه أن من يستطيع شرح هذا الموقف هو النظرية الكوانتية، التي تأخذ بعين الاعتبار الثبات الذري والقوانين الأمبيرية التي تحكم طيف العناصر (ويقصد بها العناصر ما دون الذرية)، بافتراضها أن أي عملية تفاعل للذرة تؤدي إلى تغيير في طاقتها (أي طاقة الذرّة)، تتضمن انتقالًا كاملًا بين "حالتَيْ ثبات كوانتية" [...]. وكل انتقال (من حالة ثبات كوانتية إلى أخرى) يترافق مع انبعاث كوانتم من الضوء متسق زمنيًّا، تتساوى طاقته مع طاقة فوتون من فوتونات أينشتاين[29].

وفي السياق عينه، يصف هايزنبرغ نموذج بور للذرّة من خلال تطبيق فرضية بلانك، فيقول إن الذرّة تكون في حالتها الطبيعية عندما تكون في أدنى مستوى من الطاقة، الذي تعود إليه عندما تنتهي من تغيير طاقتها من خلال كوانتا منفصلة[30].

يرى هايزنبرغ أنه عندما طبق بور النظرية الكوانتية على نموذجه الذري، لم يشرح كيفية ثبات الذرّة فحسب، وإنما استطاع أيضًا أن يقدم تحليلًا نظريًّا لِطيْف الخطوط (خطوط الإشعاع) المنبعثة من الذرّة عندما تُحرَّض بسلب شحنتها أو بارتفاع في الحرارة. ويضيف هايزنبرغ أن نظرية بور في حركة الإلكترونات وضِعت من خلال دمج بين الميكانيكا الكلاسيكية والظروف الكوانتية، لكي تُعرف من خلالها حالات الثبات المتقطعة للذرّة[31].

ويشرح لوي دو بروي (Louis de Broglie) في كتابه **الفيزياء الجديدة والكوانتا** (*La Physique nouvelle et les quanta*) سبب انبعاث كوانتُم من الإشعاع، وذلك من خلال انتقال الإلكترون من مدار إلى مدار آخر، ليحل محل إلكترون سابق[32].

يشير الفيزيائي النمساوي آرتور مارتش (Arthur March) في كتابه **الفيزياء الحديثة ونظرياتها** (*La physique moderne et ses théories*) إلى أن أول بصمة في عالم الذرّة وضعها بور، حينما صرح بأن الذرّة لا يمكن أن توصف وفق قوانين الميكانيكا الكلاسيكية، إذ إن ما يجعلها قابلة للملاحظة هو قدرتها على بعث خطوط الإشعاع

---

(29) Bohr, pp. 198-199.

(30) Heisenberg, *Physique et philosophie*, p. 18.

(31) Ibid., p. 19.

(32) Louis de Broglie, *La physique nouvelle et les quanta* (Paris: Flammarion, 1937), p. 122.

منها، وما يسبب خطوط الأطياف هو القفزات المفاجئة التي تنفذها الذرّة عند مرورها من حالة ثبات إلى أخرى، حيث إن فرق الطاقة بين حالة وأخرى يتحول إلى إشعاع ذي كثافة اهتزاز (fréquence) تتناسب مع ذلك الفرق تناسبًا طرديًّا[33].

أما حركة الإلكترون في الذرّة التي ينتمي إليها، بحسب بور، فهي حركة إهليليجية. وقد اكتشف بور أن الإلكترونات تتحرك حول النواة في مدارات إهليليجية، فقام بالاختبار الأول على ذرّة الهيدروجين (H)، وقدّم من خلاله قانونًا جديدًا أضافه إلى النظرية الكلاسيكية للذرّة، وهو قانون يرِدُ فيه ثابت بلانك (h)، ومفاده أن كل مسار إهليليجي للإلكترون لا بد أن يُناظر طاقة محددة يُعبّر عنها بكتلة الإلكترون، وشحنة الإلكترون وثابت بلانك، جميعها بمعية عدد صحيح هو عدد الكوانتُم، وهو علامة دامغة للمدارات المتتالية، بدءًا من أصغر مدار وصولًا إلى أكبر مدار[34].

ورأى بور أنه لكي يشع الإلكترون لا بد له أن ينتقل فجأةً من مدار إلى آخر ذي طاقة أقل، وهذه هي قفزات الكوانتُم الشهيرة، فالطاقة المنبعثة تربط الضوء المنبعث بعلاقة بلانك. وبهذه النظرية تنبأ بور لاحقًا بترددات الإشعاع، أو ما يُعرف بطيف الإشعاع الذري الذي طالما خضع للملاحظة والقياس سابقًا، حيث أسفرت النتائج عن تطابق بين النموذج والقياسات، الذي يمكن أن ينبعث تلقائيًّا عن ذرّة الهيدروجين[35].

وقد رأى أومنيس أن هذه النتيجة أبهرت كثيرين من علماء الفيزياء، ولا سيما أينشتاين. وكانت هذه الخطوة مفصلًا من مفاصل الفيزياء التي اصطفت بعض الحالات الممكنة للذرّة، إذ تحتفظ ببعض الملامح الجوهرية للنموذج القديم، على الرغم من أنها أضافت بعض القوانين الفيزيائية من دون أن تُحْدث تغييرًا في الطريقة التي ينظر إليها الفيزيائيون إلى الأشياء[36].

---

(33) Arthur March, *La physique moderne et ses théories*, Serge Bricianer (trad.) (Paris: Gallimard, 1965), pp. 175-176.

(34) أومنيس، ص 188.

(35) المرجع نفسه، ص 189.

(36) المرجع نفسه.

لم يكن هذا الإنجاز ليدوم طويلًا، إذ اصطدم الفيزيائيون بمعوقات كثيرة حالت دون انطباق نتائج اختبار ذرّة الهيدروجين على ذرات أكثر تعقيدًا، ومن هنا كانت سلسلة هزائم مُنِيَ بها الفيزيائيون، خصوصًا بعد أن كانت النتائج مقبولة بالنسبة إلى خطوط طيفية لبعض الذرات وغير مقبولة بالنسبة إلى بعضها الآخر[37]، وهذا أمر حيّر الفيزيائيين على الرغم من جدول ماندلييف الذي صنّف الذرات من خلاله (وهو لم يحدد كيفية تعيين الخصائص الكيميائية أو بالأحرى تعيين الأساس الذي وضِعت عليه الخصائص الكيميائية للذرات).

ثالثًا: بعض معالم فيزياء الذرّة الحديثة (فيزياء الكوانتُم أو فيزياء الكمّ)

ليس من قبيل المصادفة أن تحوي الفيزياء الذرية الحديثة عالَم جمال بهي قائمًا بذاته، يضاهي عالم الخيال الذي يسلب العقول؛ فما يدور في العالَم الذري له من التشابك والتعقيد ما يسحر ويدهش، لكن هذا السحر وهذه الدهشة يتحولان إلى لغة المعادلات والمبادئ الرئيسة التي بنى عليها علماء الفيزياء صرحهم العلمي الذي تجاوزوا به مبادئ الفيزياء الكلاسيكية.

1. ماهية ميكانيكا الكوانتُم

تعددت تعريفات ميكانيكا الكوانتُم، وتنوعت بتنوع اتجاهات الفيزيائيين العلمية. إلا أننا اخترنا بعض التعريفات الأقرب إلى البساطة، لتيسير سهولة الفهم، فأومنيس يعرّفها في كتابه **فلسفة الكوانتُم** بالقول: "تتألف كل صنوف المادة وكل أشكال الضوء أو الإشعاع من جسيمات متناهية الصغر، هي الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات والفوتونات وبضع جسيمات أخرى. وميكانيكا الكوانتُم هي التعبير الملائم عن قوانين الفيزياء الملائمة لهذه الجسيمات"[38].

(37) يذكر أومنيس مثال تأثير مجال مغناطيسي في ترددات طيف ذري (تأثير زيمان)، أو تأثير مجال كهربي (تأثير شتارك).

(38) أومنيس، ص 173. لعل الترجمة الشائعة لكلمة quantique الفرنسية هي "كوانتيّ"، ولكن ضرورات السياق العلمي المستخدم في النص الأجنبي الأصلي تفرض علينا أن نستخدم كلمة "كمّي" بدلًا من "كوانتي". والجدير ذكره أن اللفظتين تدلان على المعنى عينه.

ويعتبر في السياق عينه أن فيزياء الكوانتُم هي الفيزياء بأثرها أو جوهر الفيزياء من الناحية الفعلية، لكن مفهومَي المكان والزمان يُفلتان منها[39].

أما غرين، فيعرّف ميكانيكا الكم في كتابه **الكون الأنيق** بأنها "إطار من المفاهيم لإدراك الخواص المجهرية للكون. وكما تتطلب النسبية الخاصة والنسبية العامة تغيرات جوهرية في نظرتنا للكون عندما تكون الأشياء متحركة بسرعات هائلة أو عندما تكون لها كتل عظيمة، فإن ميكانيكا الكم تبيّن أن للكون صفات مدهشة بنفس الدرجة، بل حتى أكثر إدهاشًا عندما نفحصه على المستوى الذري وتحت الذري"[40].

ولكن، على الرغم من هذا التعريف المبسَّط لميكانيكا الكم، لا يسعنا أن نفهمها، لأنها تستعصي على الفيزيائيين أنفسهم. وهذا ما عبّر عنه أحد المشتغلين فيها، وهو ريتشارد فاينمان (Richard Feynman) الذي عبّر عن رأيه بطريقة لا تخلو من الطرافة: "مضى زمن كانت الصحف تكتب فيه أن هناك اثني عشر رجلًا فقط هم الذين يفهمون نظرية النسبية. ولا أعتقد أن هذا صحيح، فربما كان هناك زمن لم يكن فيه سوى رجل واحد هو الذي يفهمها لأنه هو الذي أمسك بها قبل أن يكتب بحثه. لكن بعد أن اطَّلع الناس على البحث، فإن الكثيرين منهم قد فهموها بشكلٍ أو بآخر، وبالتأكيد أن عددهم كان أكثر من اثني عشر. ومن جهة أخرى فإنني أعتقد أنه يمكن أن أقول بكل ثقة أنه لا أحد يفهم ميكانيكا الكم"[41].

لعل فاينمان يقصد بذلك أن هناك إمكانية لأن يفهم المعنيون النظرية النسبية بطريقة أو بأخرى، كلٌّ بحسب منظوره الخاص. أما ميكانيكا الكم، فتستعصي على الفهم بسبب التشابك والتعقيد اللذين يغلفان منظومة عملها. لذلك، يمكننا القول إن مقاربتها تحتاج إلى تغيير نسق تفكيرنا العادي في العالم الكبير، وتعديل اللغة نفسها التي كانت تنطق مفاهيم الفيزياء المألوفة.

---

(39) المرجع نفسه، ص 173.

(40) برايان غرين، **الكون الأنيق: الأوتار الفائقة، والأبعاد الدفينة، والبحث عن النظرية النهائية**، ترجمة فتح الله الشيخ (بيروت: المنظمة العربية للترجمة؛ الجزائر: المعهد العالي العربي للترجمة، 2005)، ص 106.

(41) المرجع نفسه.

2. بداية ميكانيكا الكوانتُم

تقترن بداية نظرية الكم، بحسب عالم الفيزياء هايزنبرغ، بظاهرة معروفة في أوساط الفيزيائيين، لا تُعَد من أقسام فيزياء الذرّة، ونقصد بذلك ظاهرة توهُّج الأجسام التي تُحمى على درجة حرارة عالية، وهي تقول بأن أي مادة تُحمى تتوهج على درجات حرارة عالية، تبعًا لقوانين الإشعاع الحراري المعروفة[42].

كان الفيزيائيون يعتقدون في ما سبق أن لون المادة يتوقف على سطحها، ما عدا الجسم الأسود الذي يتوقف لونه على درجة حرارته فحسب. لذلك، فإن أبحاث الفيزيائيين ستتمحور حول الإشعاع المنبعث من الجسم الأسود، حيث أسفرت النتائج عن ظواهر فيزيائية لا تتوافق مع قوانين الفيزياء التي كانت سائدة حتى ذلك الحين[43].

ويذكر هايزنبرغ أن أولى المحاولات التي أسفرت عن نتائج مذهلة هي محاولة ماكس بلانك (Max Planck) في عام 1895 لتحويل مشكلة الإشعاع إلى الذرّة المشعة. من هنا كان الاكتشاف الثوري الذي حققه بلانك بما يعادل في أهميته اكتشافات نيوتن، والذي جعله يضع فرضيته عن الكوانتُم في عام 1900، ومفادها أن "الطاقة لا يمكن أن تُبعث أو تُمتص إلا من خلال كميات منفصلة من الطاقة"[44]. وهذه الفكرة كانت النقلة النوعية للفيزياء الحديثة التي أعلنت الانقلاب على الفيزياء الكلاسيكية.

لقد نجح بلانك في حل مشكلة الجسم الأسود[45]، ومنها جرى حل معضلة

---

(42) Heisenberg, *Physique et philosophie*, p. 13;

الفكرة نفسها في كتاب دو بروي، **الفيزياء الجديدة والكوانتا**:

Broglie, *La physique nouvelle et les quanta*, p. 91.

(43) Heisenberg, *Physique et philosophie,* p. 13.

(44) Ibid., p. 14.

(45) إذا أردنا أن نشرح ظاهرة إشعاع الجسم الأسود (مثال قطعة فحم أو معدن)، يمكن أن نستعين بما يقدمه الباحث علي الشوك في هذا السياق في كتابه، **تأملات في الفيزياء الحديثة** (بيروت: دار الفارابي، 2012)، ص 33:

1 – إذا أخذنا قضيبًا معدنيًا ووضعناه في غرفة معتمة معزولة تمامًا عن الضوء، سيصبح جسمًا أسود (أي أننا لن نراه)؛

=

"الكارثة فوق البنفسجية"، وذلك بافتراضه أن طاقة الجسم الإشعاعية، الممتصة أو المنبعثة، لا تمثّل فيضًا من القيم المتصلة، ولكن تتكون من وحدات طاقة لا تتجزأ، سُميت طاقة كم (quanta). كما أن مقدار الطاقة التي تحملها كل طاقة كمٌّ يتناسب مع تردد الإشعاع. ومن هذه الفرضية الجديدة، اشتق بلانك معادلته المشهورة للطاقة الإشعاعية.

كانت نتيجة الإشعاع الصادر عن الجسم الأسود صادمةً في عالم الفيزياء، لأنها تتعارض مع فكرة المتصلية التي تقول بأن طاقة جُسَيم ما تتغير بصورة متصلة. ونجد هذه الفكرة في كتاب جيلبرت ويليام كاستلان (Gilbert William Castellan) **الكيمياء الفيزيائية** (*Physical Chemistry*) الذي جاء فيه: "كلاسيكيًّا، كانت طاقة حزمة الضوء ممتصة اتصاليًّا من قبل المعدن، وهذه الطاقة موزَّعة على الإلكترونات التي تنبعث من المعدن، كل إلكترون ينال حصة قليلة من الطاقة"[46]، أي ليس هنالك من قفزة مفاجئة في كمية الطاقة من مستوًى إلى آخر دون المرور في مستويات وسيطة بين المستوى الأول والمستوى الآخَر.

وافترض بلانك أن ذرات الجسم الأسود (الفحم كمثال) لا تُصدر الشعاع بانتظام كما هو متوقع من قوانين الديناميكا الكهربية، بل تنبعث منها كميات أو كوانتات من الإشعاع، بحيث تتناسب الطاقة المنبعثة E (l'energie emise) في كل كمّ v مع التردد (la frequence). وهكذا ظهر مفهوم الكمّ، أي الطاقة المنبعثة أو الممتصة، على هيئة كمّات منفصلة. واستطاع بلانك حساب المقدار الأساسي لامتصاص وانبعاث الطاقة من خلال ثابت بلانك (la constante de Planck-h)[47].

أما المعادلة لتي تلخص استنتاج بلانك فهي:

= 2- إذا قمنا بتسخين ذلك القضيب، وعدنا به إلى الغرفة المعتمة، سيكف عن أن يكون أسود، وسيتوهج بلونٍ أحمر قانٍ كالفحم المشتعل (عندما تبلغ درجة حرارته مئات الدرجات)؛

3- إذا أعدنا تسخينه على درجة حرارة أعلى من سابقاتها، فإن توهجه سيصبح أبيَض اللون (عندما تبلغ درجة حرارته آلاف الدرجات).

(46) Gilbert W. Castellan, *Physical Chemistry*, 2nd ed. (Menlo Park, Calif.: The Benjamin-Cummings Publishing, 1971), p. 459.

(47) Heisenberg, *Physique et philosophie*, p. 16.

$$E = h\nu \text{ avec } \nu = c/\lambda$$ [48]

لم يكن هذا الإنجاز لينحصر في عالم الذرات، وإنما عكس ظلاله على عالَم الفوتونات الضوئية، حيث استفاد أينشتاين من النتيجة التي توصل إليها بلانك، فراح يطبّقها على الضوء ليغيّر النظرة الكلاسيكية في الطاقة المتصلة لأشعة الضوء، ويقول بأنها ستنبعث على هيئة كمّات من الطاقة.

وقد اتخذ أينشتاين وجهة نظر مختلفة في دراسته التأثير الكهروضوئي من خلال العملية التي يَجري فيها تسليط حزمة من الضوء على معدن، فتنبعث منه الإلكترونات، مع العلم بأن أول من قام باكتشاف التأثير الكهروضوئي هو الفيزيائي الألماني هيرتز في عام 1887، فقد افترض أينشتاين أن طاقة حزمة الضوء مكثفة في كوانتا بلانك من الطاقة ($h\nu$)، وافترض أن كل كوانتم الطاقة سيتلقاها إلكترون واحد، ولا يمكن أن تنقسم هذه الطاقة أو تتوزَّع بين جميع الإلكترونات الحاضرة[49]. وفي هذه الحال تتغير معادلة طاقة الإلكترون الكلية، فبعد أن كانت مساوية لجمع الطاقة الكامنة مع الطاقة الحركية ($E = 1/2.m\,v^2 + \omega$)، أصبحت مساوية لحاصل ضرب ثابت بلانك مع التردد ($h.\nu = 1/2.m\,v^2 + \omega$)[50].

3. أهم أقطاب ميكانيكا الكوانتُم أو الكمّ

لا يمكننا الحديث عن ميكانيكا الكم من دون أن نذكر بعض إنجازات أهم أقطابها الذين أسسوا لتغيير جذري في الفيزياء، حيث شكلوا مرحلة مفصلية في تاريخها، حتى أصبح العلماء يؤرخون التطورات العلمية كلها بالنسبة إلى ما قبل... أو إلى ما بعد...

(48) Werner Heisenberg, *Les principes physiques de la théorie des quanta*, B. Champion & E. Hochard (trad.), Louis de Broglie (préf.) (Paris: Gauthier-Villars, 1972), p. 5.

في هذا الكتاب، أي **المبادئ الفيزيائية لنظرية الكوانتا**، الموجَّه إلى ذوي الاختصاص في الفيزياء، يتحدث هايزنبرغ عن أهم المفاهيم الأساسية للنظرية الكوانتية، بدءًا بفوتوغرافيا ويلسون ووصولًا إلى تجارب فرانك وهيرتز بشأن الصدمات، وعلاقات اللايقين أو اللاتحديد، وغيرها. كما أنه ينتقد بعض المفاهيم الفيزيائية للنظرية الموجية، لكن ما يعنينا هنا هو المعادلة التي تربط الطاقة بثابت بلانك وقوة الاهتزاز الموجي (للموجة الضوئية).

(49) Castellan, p. 459.

(50) Ibid., pp. 458-459.

أ. ميكانيكا المصفوفات مع هايزنبرغ

يصعب علينا حقًا أن نفهم ميكانيكا الكم؛ فنحن لسنا على دراية بكيفية خروج ذهننا عن منطق الحدس المألوف، الذي لطالما اعتقد أن العقل قادر على تطويع الطبيعة، علاوةً على قدرته على فهم أسرارها وحل ألغازها. ولا نستغرب إذا حيّرتنا ميكانيكا الكم، فهي حيّرت قبلنا العلماء المشتغلين بها، ومنهم فاينمان، الذي قال: "تصف [ميكانيكا الكم] الطبيعة بأنها منافية للعقل من وجهة النظر العامة. وهي تتفق تمامًا مع التجارب. ولذا، فإنني آمل أن نتقبل الطبيعة على أنها هي منافية للعقل"[51].

لعل هايزنبرغ أصاب، إلى حد كبير، عندما قال بأن الفيزياء الذرية حرفت مسار العلم عن الميل المادي الذي اعتمدته خلال القرن التاسع عشر[52]؛ فالفيزياء التي خطت مسارها على المعيار الاختباري لأي نظرية علمية، تقهقرت اضطرارًا إلى الحيّز الذي لم تستطع الفلسفة أن تتخطاه، وهو الحيّز التأملي الذي شُيّد على تصورات ميتافيزيقية بأداة عقلية.

إزاء ذلك الأمر، يتجرأ هايزنبرغ على وضع كل أسس الفيزياء الكلاسيكية موضع تساؤل، ليخلخل الأسس التي بنت عليها تصوراتها، فيقول: "إذا كان علينا أن نعمل في مجال الذرّة، خاصة على مستوى الإلكترون، بمعزل عن الافكار الكلاسيكية حول الموضع والسرعة، فما هي البدائل التي تلزمنا؟"[53].

لذلك، يقترح هايزنبرغ صيغة جديدة لحل بعض المشكلات التي تكتنف تحديد القوانين التي تحكم عالم الذرّة، ولا سيما مسألة الحركة على مستوى الإلكترون، وهي صيغة يجري فيها الإقلاع عن اعتماد الواقع الاختباري من أجل الارتكان إلى عالم من المفاهيم الصورية. وبذلك، تتجه الفيزياء إلى نوعٍ من التجريد، لأنه السبيل الوحيد الذي يستطيع أن يفسر كثيرًا من الظواهر

---

(51) غرين، ص 132.

(52) Heisenberg, *Physique et philosophie*, p. 57.

(53) أومنيس، ص 191.

الغريبة التي تحدث على المستوى ما دون الذري. يقول هايزنبرغ في ذلك: "إذا أردنا أن نُقلع عن التأييد الآتي من الحدس المرئي، فلا بد أن نلتجئ إلى أحضان المفاهيم الصورية"[54].

كان هايزنبرغ أول من قال بأن من غير الممكن الوصول إلى معرفة يقينية ومحددة تمكّننا من فهم ما يدور على المستوى ما دون الذري، ويعود إليه مبدأ "اللاتعين"[55]* أو "اللاتحديد" في الفيزياء؛ فهو أسس لفكرة أن "المعرفة التي نحصل عليها في نظام ذري معيّن يجب أن تحتوي دائمًا على 'لا تحديد خاص'"[56].

ينص مبدأ اللايقين عند هايزنبرغ، وهو مبدأ أساسي من مبادئ نظرية الكم، على أن من غير الممكن تحديد مقاييس دقيقة للموضع والحركة والزمن والطاقة في آن معًا: "تقيم علاقات الارتياب في نظرية الكم حدودًا ثابتة للدقة التي يمكننا أن نقيس بها أوضاعًا وكميات حركة أو زمنًا وطاقة في وقت واحد. وبما أن الحد الدقيق كل الدقة يعني الدقة اللامتناهية من حيث الوضع في المكان والزمان، فكان لا بد أن تكون كميات الحركة التابعة والطاقة غير محددة، وهذا يعني أن يحدث باحتمال كبير ما نشاء من كميات حركة وطاقات"[57].

ويشرح مارتش في كتابه **الفيزياء الحديثة ونظرياتها** علاقات اللايقين بطريقة مبسَّطة يسهل فهمها[58]. وقد حاول من أجل ذلك أن يصوغ قوانين جديدة من

---

(54) المرجع نفسه.

(55) الجدير بالإشارة أن لمبدأ اللاتعيّن (indeterminacy principle) في اللغة العربية تسمية أخرى أكثر شيوعًا، وهي "مبدأ اللايقين" (uncertainty principle). تحمل التسمية الأولى دلالةً أنطولوجية تجعل المسألة منصبّة على طبيعة الوجود الذي تنظر الكوانتُم إليه. وهنا تتجلى الصعوبة في فهم الشكل الصوري لفيزياء الكوانتُم. أما التسمية الأخرى، فتحمل مغزًى إبستيمولوجيًّا يجعل المسألة متعلقة بوضع المعرفة غير المتيقنة من موضوعها.

(56) Bohr, p. 206.

(57) هايزنبرغ، ص 184. يشير هايزنبرغ هنا إلى عدم قدرة العالِم على الوصول إلى معرفة يقينية حول الموضع والسرعة في الوقت عينه، وكذلك تحديد الطاقة وكمية الحركة. وكان هذا السبب هو الدافع الذي حدا به إلى وضع جداول تضع الاحتمالات التي يمكن أن يصيبها الإلكترون، وهذه الجداول هي التي أطلق عليها علماء الفيزياء اسم "مصفوفات هايزنبرغ".

(58) March, p. 197.

أجل إعادة ابتكار الفيزياء من أساسها، على نحوٍ يمتزج فيه التصور العقلي مع الرياضيات الإحصائية.

من أجل ذلك الخيار، كان لا بد له من تبديل التصورات المألوفة بخصوص حركة الإلكترون، بتصورات جديدة تترجَم في معادلات رياضية تتجاوز المعادلات الرياضية العادية، فقد استطاع هايزنبرغ أن يقدم تفسيرًا مُرضيًا لوصف حالة الإلكترون خلال القفزات الكوانتية، عندما اعتبر أن "تسارع الإلكترون في منشأ الإشعاع لا يفصح عن نفسه إلا في زمان قفزة كوانتية بين حالتَي كوانتُم من حالات الذرّة، وهذا التسارع ليس رقمًا كما جرت عادته، بل إنه يصبح 'كمًّا' يعتمد على الحالتين الأولية والنهائية للذرّة في اللحظة التي تحدث فيها قفزة الإلكترون"[59].

يعتبر هايزنبرغ أن أرنولد سامرفيلد (Arnold Somerfeld) هو من وضع معادلات رياضية متماسكة تشرح الظروف أو الشروط الكوانتية بعد بور، إلا أن من توافقت نتائجه العملية مع نظرياته هو بور، الذي استطاع أن يجعل الميكانيكا النيوتنية تتلاءم مع الشروط الكوانتية في حالة ذرّة الهيدروجين[60]. لذلك، كان من الطبيعي أن يحذو هايزنبرغ حذو بور ليؤسس نظرية متماسكة سوف تشكّل الوجه الآخر لنظريات دو بروي وشرودنغر. وها هو دو بروي يتحدث عن انحدار هايزنبرغ من مدرسة كوبنهاغن التي تشكّلت حول بور، وعن تقديسه أول أعمال بور التي طبّق من خلاله طريقة التكافؤ[61].

في هذا السياق، لا بد لنا من أن نتطرق إلى التفسير الكوبنهاغني لنظرية الكم، والذي يبدأ بمفارقة، وُفْق هايزنبرغ؛ فهو من جهة يقول إن كل تجربة فيزيائية يجب أن توصف بمفاهيم الفيزياء الكلاسيكية (على مستوى مظاهر الحياة أو الذرات)، ومن جهة أخرى يقول إن إمكانية استعمال هذه المفاهيم محدودة بعلاقات اللايقين.

---

(59) أومنيس، ص 191.

(60) Heisenberg, *Physique et philosophie*, p. 19.

(61) Broglie, *La physique nouvelle et les quanta*, p. 163.

لمن يريد التوسع في مفهوم الاحتمالية ومبدأ التكافؤ، يمكنه العودة إلى كتاب:
Bohr, pp. 198-199.

ولتفسير هذه المسألة، يطرح هايزنبرغ مثالًا لتجربة على صعيد ميكانيكا نيوتن، وتجربة على صعيد نظرية الكم، ففي ميكانيكا نيوتن نستطيع تحديد موضع وسرعة كوكب نريد أن ندرس حركته، ويجري نقل النتائج (أي تحويلها) إلى لغة رياضية، حيث يجري فيها احتساب إحداثيات الكوكب وكميات حركته والزمن الدقيق. أما في نظرية الكم، فستكون العملية مغايرة تمامًا، فمن الممكن أن نهتم بحركة إلكترون في غرفة غيمية، ومن الممكن أن نحدد الموضع الأولي للإلكترون وسرعته، على أن هذا التحديد لا يمكن أن يكون دقيقًا، حيث إنه سيتضمن على الأقل الأخطاء الطفيفة التي تنتج بالضرورة عن علاقات اللايقين[62].

كل ذلك يقع مقابل اليقين الذي "يؤدي إلى تأكيد أمرٍ ما. فإذا قلنا عن أمر إنه حقيقي، فذلك يعني أن فيه نصيبًا من الدلائل التي تمكّن من معرفته. أما إذا كان يقينًا، فيعني أن كل دلائله تؤكد إمكان معرفته بشكل كامل وتجريدي"[63].

وكما فعل بور، الذي قدّم أعدادًا كوانتية تميز مستويات الطاقة، كذلك فعل هايزنبرغ عندما أحل جدولًا لأعداد الكوانتُم محل التسارع، وذلك من خلال إحصاء الحالات المحتملة للذرّة. وبالتالي، فإن هايزنبرغ نجح في إعادة صوغ قوانين ميكانيكا الكم من خلال استخدامه جداول أعداد الكوانتُم، ما استحدث مقاربة جديدة لميكانيكا الكم أطلق عليها اسم "ميكانيكا المصفوفات" (la mécanique matricielle ou la mécanique des matrices)[64].

---

(62) هايزنبرغ، ص 37-38. ويشرح لنا غرين، ص 133، الصعوبة التي تواجهنا إذا أردنا تحديد موضع الإلكترون وسرعته في الوقت نفسه، بحسب نظرية الكم، فيقول إن عملية تحديد مكان الإلكترون وسرعته بواسطة مصدر ضوئي "أكثر رقة" منه (باستخدام مصباح خافت جدًا، وجهاز حساس جدًا لقياس الضوء)، للحصول على أضعف ما يمكن من التأثير في حركته، هي عملية ممكنة بحسب فيزياء القرن التاسع عشر. أما ميكانيكا الكم، فتبيّن عيوب هذا المنطق؛ فعندما نخفض من شدة مصدر الضوء، فإننا نقلل من عدد الفوتونات التي تنبعث منه. وإذا وصلنا إلى الحد الذي تنطلق فيه الفوتونات منفردة، فإننا لن نستطيع تخفيض الضوء أكثر من ذلك من دون أن نطفئه بالفعل. من هنا، تضع ميكانيكا الكم حدودًا لدرجة دقة جهاز القياس، والتي تدل على أن هناك درجة دنيا من الاضطراب الذي نسببه لسرعة الإلكترون في أثناء تحديدنا موقعه.

(63) هاني يحيى نصري، **منهج البحث العلمي: دعوة للدخول إلى العلم من المنطق ونظرية المعرفة** (بيروت: المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، 2004)، ص 29.

(64) أومنيس، ص 192. (بعد أن عرض هايزنبرغ نتائجه على ماكس بورن في عام 1924، طلب منه =

ويشرح دو بروي مصفوفات هايزنبرغ بقوله إنها عبارة عن عناصر تقع على أعمدة مع خطوط، بحيث إن لكل عنصر ما يقابله من رقم للعمود الذي ينتمي إليه، ورقم للخط الذي يقع عليه. وكل واحد من العناصر يصف إحداثيات سرعة الإلكترون وموضعه بالنسبة إلى لحظة زمانية معيّنة. وسيُدخل هايزنبرغ مفهوم "كوانتم الفعل"، الذي سيتبدل منحاه عن المنحى السابق في المعادلات الكلاسيكية، ولا سيما في ما يتعلق بثابت بلانك، الذي سيستخدمه في سياق مختلف عن السياق الذي اتخذته النظرية الكوانتية القديمة. كل ذلك يدل، بالتوافق مع رأي هايزنبرغ، على أن ليس ثمة نظرية فيزيائية تخلو من أي تفكّر فلسفي. وهذا ما يشير إليه دو بروي نفسه بالقول: "على الرغم من اعتماده لغة فلسفية تبنّى من خلالها موقفًا فينومينولوجيًا، إلا أنه أراد حذف كل ما لا يتناسب مع الظواهر القابلة للملاحظة من النظرية الفيزيائية"[65].

ب. الروح الفلسفية في فيزياء هايزنبرغ

إذا كانت الفيزياء لا تخلو من اللغة الرياضية التي رافقتها منذ نشأتها الأولى، فإنها مع هايزنبرغ لا تخلو من الروح الفلسفية التي وضعت العقل الفيزيائي نفسه موضع تساؤل.

فالعلم الفيزيائي الذي تميّز من الفلسفة وسائر العلوم النظرية، بجانبه التجريبي، ما عاد يتسنم الذرّة كموضوع خارجي مستقل عن كينونة الذات العارفة، وإنما قفز إلى المستوى الذي تكون فيه الذات على صلة وثيقة بموضوع المعرفة. وبالتالي، فإن قدرة عالِم الفيزياء على المعرفة الآنية متأتية من قدرة الذات على المعرفة المحدودة بحدود وسائلها التقنية من جهة، وبحدود قدراتها الذهنية، التي لا نستطيع أن نجزم ما إذا كانت تحررت من التصورات القبلية أم لا، من جهة أخرى.

وعلى الرغم من أن هايزنبرغ يُنكر أي دور للتصورات القبْلية في الفيزياء

= الأخير أن ينشرها، وأخبره بأن الرياضيين يُطلِقون على جداوله اسم "المصفوفات". وكان باسكوال جوردان من أهم الداعمين لهايزنبرغ، وقام بمساعدته في استحداث ميكانيكا المصفوفات).

(65) Broglie, *La physique nouvelle et les quanta*, p. 165.

الحديثة، فهي "لم تعد ضمن النظام العلمي للفيزياء الحديثة"[66]، إلا أننا بدورنا لا نعرف إلى أي مدى يمكننا أن نهمل الشروط القبْلية للمعرفة، ومنها المكان والزمان، حتى لو كانت النتائج المسفرة عن التجارب عينها والظروف نفسها تتغير بحسب وجود الملاحظ أو غيابه. لذلك، فإن رفضه الشروط القبْلية للمعرفة استتبع منه رفضًا لقانون العلية ولقانون الضرورة القبْلية في حصول الحوادث الطبيعية (الفيزيائية) على المستوى الذري[67].

ويعلل هايزنبرغ رأيه بطرح مثال عن جُسيم ألفا الذي ينبعث من ذرّة راديوم، حيث لا يمكن التنبؤ بالزمن الذي يمكن أن يحدث فيه ذلك الانبعاث، وإذا حدث، فليس من الضروري أن يعود الفيزيائيون إلى حادثة سابقة حصل فيها مثل هذا الانبعاث. أما من الناحية المنطقية، فيمكن تقصّي تلك الحادثة السابقة[68]، ويقصد بذلك أن المنطق الفلسفي يتعارض مع نتائج التجارب العملية.

ولعل هايزنبرغ محِقٌّ في اعتباره أن منطق العلية ومنطق التصورات القبْلية الضرورية يصحّان كمبدأين في مجال الفيزياء الكلاسيكية، حيث تؤدي العلل نفسها إلى النتائج عينها (كتأثير القوة على جسم حر مثلًا، حيث تنتج منه، بالضرورة، حركة، وهذه الحركة يمكن قياس سرعتها)، ولا يصحّان في مجال الفيزياء الحديثة، حيث إن من العسير ربط العلل بالنتائج، والتيقن بما يمكن

---

(66) هايزنبرغ، ص 93. يعتبر هايزنبرغ في المرجع نفسه، ص 92. أن لدينا، بحسب كانط، صورتين حدسيتين للمكان والزمان بطابع قبْلي. وها هو يرفض ما ذهب إليه كانط على خلفية تغيّر الشرط القبْلي. وإذا أردنا أن نوضح ذلك الأمر، علينا أن نفهم أن النقلة النوعية التي قام بها كانط في التفكير الفلسفي، بما يتعلق بمفهومَي المكان والزمان، هي أنه لم يجعل منهما موضوعات قابلة للبحث، أو موضوعات يتحرك الوعي في اتجاهها لكي يدركها، بل جعل منهما حدسين قبْليين، أي شرطين ضروريين للتفكير، وبذلك يكون قد انتزع منهما الصفة التي لبستهما قرونًا طويلة، وهي صفة المفهوم أو "الأفهوم" ليصبحا حدسين ذهنيين.

(67) يقول بور أنه يستطيع التحدث عن موضع ذرة وسرعتها في لحظة معيّنة، لكن عليه أن يختار. هذه الأوصاف تكون متتامة، أي أن كلًّا منهما صحيح في حد ذاته من دون أي تناقضات داخلية، ولكن يستحيل ربطهما والجمع بينهما. ويقدم أومنيس في كتابه **فلسفة الكوانتُم**، ص 204، مثلًا بسيطًا لهذا المبدأ، كأن يقال عن شخص ما "هو"، فعندما أتحدث إليه بالهاتف يتحدث كإنسان، ولكن عندما أراه لا يتكلم البتة، وكأنه قطة.

هايزنبرغ، ص 93.

(68) المرجع نفسه، ص 92.

أن تسفر عنه الاختبارات المتتالية على مستوى الذرّة وما دونها. ومن هنا، كان مبدأ اللايقين أو اللاتحديد الذي بني على مبدأ التتام عند بور، والذي يقول بعدم إمكانية قياس سرعة الإلكترون وموضعه في الوقت عينه (يشار إلى أنه يصعب تحديد سرعة الإلكترون وإنما يجري احتساب موجتها الاحتمالية أو دالتها الموجية).

وذلك يعني أن منطق الضرورة واليقين في الفلسفة الكانطية، يقابله منطق اللاضرورة واللايقين في الفيزياء الحديثة، نظرًا إلى ما أسفرت عنه التجارب في معرفة إحداثيات الإلكترون، وما عبّر عنها مبدأ اللايقين عند هايزنبرغ. من هنا جاء اعتراض الفيزياء الحديثة على مبادئ كانط في الأحكام التركيبية القبْلية التي تحولت معها من "قول ميتافيزيقي إلى قول عملي، وبهذا تكتسب الأحكام التركيبية القبْلية طابع حقيقة نسبية"[69].

وفي معرض تبيان سبب تغيّر طريقة البحث العلمي ابتداءً من كانط، وصولًا إلى عصره، يضع هايزنبرغ إجابتين محتملتين: الأولى هي أن التجارب أوصلتنا إلى الاقتناع بأن نظرية الكم صحيحة، والأخرى هي أننا نعرف حادثة سابقة حصل فيها الانبعاث (أي انبعاث جُسَيم ألفا)، إلا أننا لا نعرفها معرفة تامة[70].

هذا يعني أن التفكير العلمي لا يزال يرتكن إلى نتائج التجربة، لكنه لا يستطيع الحصول على إجابات شافية أو معارف مطلقة بشأن موضوع البحث. ولعل هايزنبرغ يجانب الحقيقة في ما ذهب إليه، لكنه لم يستطِع النفاذ إلى عمق المشكلة الفلسفية التي توشحت بها معطيات العلم، فعلّة تغير طريقة البحث العلمي تعود إلى أسباب تغيّر آلية طريقة التفكير العلمي نفسها. وبالتالي، فإن تغيّر الأرضية الخفية التي تشكل الأساس الأركيولوجي لبنية الذات العارفة، ترتبط بتغير موضوع

(69) المرجع نفسه، ص 93. الجدير بالإشارة أن المفاهيم القبْلية عند هايزنبرغ هي المكان والزمان وقانون العلية، أو بالأحرى هذه هي شروط مراقبة التفاعلات الذرية. وقد توافق مع كانط بشأن هذه الشروط، إلا أنه اختلف معه في مجال المساحة المتاحة لهذه المفاهيم، إذ أعاد هايزنبرغ الاعتبار إلى المفاهيم القبْلية التي يمكن أن تكون شرطًا للعلم، ولكن على نطاق محدد وليس بشكل مطلق، كما اعتبر كانط.

(70) المرجع نفسه، ص 92.

التجربة وآليات البحث العلمي، التي تمردت على علوم القرون الوسطى وفلسفاتها، وأحدثت قطيعةً معرفيةً معها، فكانت نتيجة ذلك الأمر ولادة عصر الأنوار.

إن كل قطيعة معرفية وكل قفزة علمية لا يمكن أن تكونا معزولتين عن أسباب تشكّلهما، أو عن العناصر المكونة لهما والمتراصفة في بنائهما. ولعلها إشارة إلى الإبستيمي "الفوكوي" الذي يمكن أن ينطبق على طريقة البحث العلمي، التي تغيرت منذ كانط، بمؤدى جميع التغيرات التي رافقت قواعد التفكير العلمي. فما كان رهنًا بقواعد المنطق الأرسطي الذي هيمن فتراتٍ طويلة على علوم الطبيعة، بدءًا من بطليموس وصولًا إلى نيوتن، استطاع بالكاد أن ينزع عن فيزيائه العباءة الميتافيزيقية التي لازمت تلك العلوم حتى القرن السابع عشر، عصر نيوتن وكانط.

يصح القول إذًا أن ما يحكم صيرورة البحث العلمي هو نفسه ما يحكم صيرورة البحث الفلسفي، حتى لو كانت شروط البحث العلمي مختلفة جوهريًا عن شروط التفكير الفلسفي. لكن ميكانيزمات هاتين الصيرورتين تسير على خطين متوازيين. ولذلك يمكن القول إن حصر الإجابة التي قدّمها هايزنبرغ في الجانب العلمي فحسب، هو أمر غير صائب، لأنه إجحاف بحق العلم نفسه قبل أن يكون تقصيرًا في مجال التفكير الفلسفي.

ج. الميكانيكا الموجية مع دو بروي وشرودنغر

يقول بور إن ميكانيكا الكوانتُم تشكّلت بين عامَي 1925 و1927، بتوليفة ميكانيكا المصفوفات لِـ فيرنر هايزنبرغ - ماكس بورن[71] - باسكوال جوردان

(71) على الرغم من إنجازات الفيزيائي الألماني ماكس بورن (Max Born) في ميكانيكا الكم، والتي حاز بفضلها جائزة نوبل في الفيزياء عام 1954، فإننا اكتفينا بالحديث عن أقطابها الثلاثة (هايزنبرغ ودو بروي وشرودنغر). ويجدر أن يشار إلى أن بورن اتخذ منحًى مغايرًا للميكانيكا الموجية حينما اعتبر أن الجسيمات هي الحقيقية، وأن واقع الموجات ليست سوى ظاهرة فيزيائية. بالنسبة إليه، فإن الدالة الموجية للجزيء تدل على احتمال اتحاده مع إحدى الإحداثيات. ويقول مارتش عنه إن نظريته هي المسيطرة اليوم (ويقصد في زمنه) وهي التي بنى عليها كلٌّ من هايزنبرغ وديراك نظام الفيزياء الكوانتية الخالي من أي تناقضات. ينظر: March, p. 186.

ولتفصيل الفكرة، يمكن الاطلاع على ما ورد عند مارتش وأومنيس:

ويقول عنه أومنيس إنه وضع قواعد صريحة لحساب الاحتمالات الكوانتية بدلالة الدالة الموجية. وقد أظهرت هذه القواعد اتفاقًا رائعًا مع النتائج التجريبية، ما دفع أينشتاين إلى الاستغراب، حيث أدلى بمقولته الشهيرة: "إن الله لا يلعب النرد"، ينظر: أومنيس، ص 202.

عام 1925 (Werner Heisenberg - Max Born - Pascual Jordan)، ونظرية التحولات لِـ بول ديراك (Paul Dirac) وجوردان عام 1925، والميكانيكا الموجية لِـ شرودنغر عام 1926[72].

ونحن لا ندري لماذا لم يذكر بور دَور لوي دو بروي في وضع أساس الميكانيكا الموجية، الذي استكمله من ثَمّ شرودنغر وأرسى قوانين تلك الميكانيكا؛ إذ إن كثيرًا من الباحثين والعلماء والمفكرين، ومنهم مارتش، يرون أن الميكانيكا الموجية تأسست مع دو بروي بعد مرور 12 عامًا على وضع بور نموذجه للذرّة، وأتمها شرودنغر في العام الذي تلاه[73].

حاول كلٌّ من دو بروي وشرودنغر أن يجعل الميكانيكا الموجية تهدف إلى تحليل تصرّف الذرات والجزيئات بطريقة محسوسة (concrète)، أي بطريقة مخالفة لطريقة هايزنبرغ التجريدية (abstraite)[74].

لعل أبرز المفارقات التي تسفر عن ميكانيكا الكم هي تغير النتائج بتغير المنظور، أو زاوية النظر التي تتوجه إلى الموضوع عينه؛ ففي عام 1923 أدلى دو بروي بفكرة حول طبيعة الإلكترون، وذلك بالاستناد إلى ما قاله أينشتاين عن طبيعة الضوء، حينما أحيا الطبيعة الجُسيمية للضوء في قوله إن الضوء الذي يعبّر عن نفسه بأنه موجة يتكون من جُسَيمات (فوتونات).

ولكن دو بروي سلك خطًّا معاكسًا، بدأ من فرضية أن كل جُسَيم أوّلي، وليكن إلكترونًا على سبيل المثال، يظهر عادةً كجُسَيم، وإنما يكون مصحوبًا بموجة لم نتصورها بعدُ، ولها دالة موجية (wave function φ) لا نتخيلها (يشار إلى أن دو بروي أخذ هذه الفكرة من هايزنبرغ، حيث ذكر في كتابه أن هايزنبرغ هو أول من لفت الأنظار إلى أن حالة الجُسَيم تتمثّل دائمًا في موجة)[75]. وقد حاول دو بروي أن يشرح الثنائية القائمة بين حالتين متناقضتين: الوصف الموجي للإلكترون

(72) Bohr, p. 313.

(73) March, p. 177.

(74) Ibid., pp. 183-184.

(75) Broglie, *La physique nouvelle et les quanta*, p. 178.

والوصف الجسيمي له[76]. وهو يقول في كتابه **نقاط مرجعية**[77] **لميكروفيزياء جديدة** (*Jalons pour une nouvelle microphysique*): "في ما يتعلق بعلاقات اللايقين، من الأساسي أن نبدأ بملاحظة أننا إذا اعتبرنا أن هناك قطارًا من موجات رياضية ممثلًا بمطابقة (أو تراكب) من مركّبات فورييه، فإن قطار الموجات هو الحقيقة الفيزيائية[78].

كانت إنجازات دو بروي في الفيزياء الكمومية موازية لإنجازات هايزنبرغ من حيث تاريخها، إلا أن بعض الفيزيائيين يقول بأسبقية إنجازات هايزنبرغ من حيث تطابق النتائج مع التجارب[79].

وقد تمكن الفيزيائيون من إثبات فرضية دو بروي تجريبيًا باستخدام تأثيرات الحيود (المناظِرة لتأثيرات التداخل)، وهي تأثيرات موجية خالصة، تنتج من إلكترونات تمر خلال بلّورة (وقد ناقش أينشتاين هذه الفكرة مع سامرفيلد الذي طرح الفكرة على تلميذه شرودنغر في عام 1926). وعرض عليه المشكلة التي اعترضت طريق الفيزيائيين بشأن إمكانية حساب موجات الإلكترون داخل الذرّة، وكيفية وصفها بطريقة رياضية يؤخذ فيها الزمن بعين الاعتبار. فيسأل سامرفيلد: كيف يتسنّى حساب موجة دو بروي لإلكترون داخل ذرة ما، وكيف يمكن صوغ ديناميكيات تلك الموجة، أي الطريقة التي تنتشر فيها كدالة في الزمن؟

في العام نفسه، يكتشف شرودنغر حلًّا للمشكلة من خلال معادلة اقترحها لتصف ديناميكيات الموجة عُرفت بعد ذلك باسمه: "معادلة شرودنغر"، وقد وضعها تحت الاختبار، وجاءت النتائج مطابقة لنتائج بور.

بلغت الميكانيكا الموجية ذروتها مع شرودنغر، الذي استقى من أسلافه فكرة

---

(76) Heisenberg, *Physique et philosophie*, p. 23.

(77) بعد البحث الحثيث من أجل الوصول إلى معنى ملائم لعنوان كتاب دو بروي، وقع اختيارنا على معنى "نقاط مرجعية" (points de repère) لكلمة jalons. وقد كان من الممكن أن يكون مقصد دو بروي منها "علامات" (marques)، إلا أننا اخترنا المعنى الأول لاعتقادنا أنه يتناسب مع السياق العلمي الذي توخاه صاحب الكتاب، ولا سيما من المنظور الإبستيمولوجي للفيزياء الحديثة في شقّها المتعلق بعالم ما دون الذرّة.

(78) Louis de Broglie, *Jalons pour une nouvelle microphysique: Exposé d'ensemble sur l'interprétation de la mécanique ondulatoire*, coll. Discours de la méthode (Paris: Bordas, 1978), p. 67.

(79) أومنيس، ص 192.

أن جميع الظواهر الميكروسكوبية لا يمكن أن تُفهم إلا من خلال صورة الحركة الموجية. وعلى هذا الأساس وضع معادلته وأسّس نظريته المستقلة التي يمكن أن تطبَّق على جميع الأنساق الميكروسكوبية.

كانت معادلة شرودنغر على قدر كبير من الغرابة؛ إذ إنها تصف ديناميكيات موجة الإلكترون بطريقة لا تنسجم إطلاقًا مع ما اعتاده منطق التفكير السليم. وبالتالي، يمكننا القول إنها اقتلعت منطق أرسطو من جذوره، وأطاحت البنيان المعرفي الذي تأسس عليه، ذلك لأنها تصف إمكانية وجود الشيء في حالتين متناقضتين في وقت واحد، تمامًا كحال القطة التي يمكن أن تكون حية وميتة في آنٍ معًا، بحسب قوانين الميكانيكا الكوانتية[80].

وإذا أردنا أن نحصر أهرام الميكانيكا الكوانتية في أسماء ثلاثة (من دون أن ننسى بور وأينشتاين وفولفغانغ باولي (Wolfgang Pauli)، نستحضر كلًّا من دو بروي وشرودنغر وهايزنبرغ، الذين تطابقت نظرياتهم مع التجربة فترة طويلة من الزمن، على الرغم من اختلافها المنظوراتي؛ فلقد نجحت ميكانيكا دو بروي وشرودنغر الموجية وميكانيكا مصفوفات هايزنبرغ في الوصول إلى نتائج متطابقة ومتناغمة.

ولكن ما يحيِّر فعلًا هو: هل تستطيع الفيزياء الحديثة أن ترتكن إلى هذا التناقض في النظر إلى موضوعاتها؟ فنظرية هايزنبرغ لم يكن فيها أي اعتبار للموجات، ومعادلة شرودنغر لم يكن فيها أي مصفوفات. وليس في مستطاع العلم، وخصوصًا علم الفيزياء، التجريبي في الأصل، أن يتعايش مع التناقض فترة طويلة، لذلك كان لا بد من حل جذري لهذه المعضلة.

جاء الحل نظريًّا بامتياز، ومرة أخرى تجد الفيزياء ملاذها في الرياضيات، حيث أوضح شرودنغر وديراك في عام 1926، أن النظريتين المختلفتين ظاهريًّا هما في حقيقة الأمر نظرية واحدة، ويمكن تحويل إحداهما إلى الأخرى بمعادلة رياضية خالصة. واستقر الرأي على عدم تفضيل إحداهما على الأخرى، على أن "تسمى النظرية المؤلفة بهذا الشكل باسم ميكانيكا الكوانتُم"[81].

---

(80) Paul Parsons, *3 minutes pour comprendre les 50 plus grandes théories scientifiques* (Paris: le courrier du livre, 2009), p. 42.

(81) أومنيس، ص 194. يقول أومنيس إن التصور التجريدي لميكانيكا الكوانتُم يُعزى في الأساس =

ويعود الفضل إلى ديراك في إعادة صوغ نظرية الكوانتُم بالطريقة التي يجري فيها استيعاب نظرية أينشتاين بشأن النسبية الخاصة؛ إذ إن معادلة شرودنغر تعاني نقصًا ما لأنها لا تستطيع وصف حركة الإلكترونات في السرعات العالية، واقتصرت على سرعاتها المنخفضة[82].

كل تلك الإنجازات ستترجَم تطبيقيًّا من الناحية التنظيرية في كثير من المجالات، وستحرز تقدمًا هائلًا في العلوم، بما يهدد مكانة الإنسان نفسه؛ ففيزياء الكوانتُم هي المسؤولة عن إطلاق ثورة DNA والثورة البيوجزئية وتكنولوجيا النانو وثورة الأجهزة الميكروإلكترونية، وإدخال ماسحات الأشعة المقطعية والبوزيترون، وغيرها... كما أنها ساعدت في تغيير طريقة إجراء البحث الطبي، وطبيعة التجارة العالمية والمعاملات البنكية، حيث قدمت أيضًا الترانزستور والليزر والهيدروجين الذري وطنّان السيزيوم ذا الحُزمة الذريّة والرنين المغناطيسي بأنواعه[83].

وكانت فيزياء الكوانتُم هي التي ضاعفت قدرة الكومبيوتر ليصبح فائق السرعة، وأجهزة قياس الوقت المتناهية الدقة، من خلال المراقبة المباشرة لجزئيات الكوانتُم الفردية، والتحكم ورصد حركتها من دون تدميرها، إضافة إلى تطوير مصائد لصيد جزيئات صغيرة مشحونة (أيونات) وجزيئات ضوئية (فوتونات). كما أنها تسهّل إمكانية تطوير تقنية الساعات الحديثة التي تعطي التوقيت الملائم لبرامج الفضاء والساتلايت، وصولًا إلى توقيت المعاملات المصرفية في البنوك.

لسنا هنا في وارد الحديث المسهب عن أفضال إنجازاتها الباهرة، إلا أن من المنصف تناول هذه المسائل بطريقة عرضية، تكون بمنزلة نافذة على البنيان النظري والتأويل الفلسفي المفتوحة آفاقه على جميع التحليلات الممكنة.

= إلى كلٍّ من ديراك وجون فون نيومان (John von Neumann)، وقد ظهر تصور آخر مكافئ لهذا التصور مع الفيزيائي الأميركي فاينمان في بداية خمسينيات القرن العشرين.

(82) ميشيو كاكو، **فيزياء المستحيل**، ترجمة سعد الدين خرفان، سلسلة عالم المعرفة 399 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2013)، ص 219.

(83) مصطفى كمال محمد يوسف، "ثورة الكوانتُم"، **شبكة الفيزياء التعليمية**، 2/ 3/ 2013، في:
https://tinyurl.com/2jvejcwk

الفصل الثامن

فيزياء الكوانتُم من زاوية منهجية

إن المقاربة الفلسفية لفيزياء الكوانتُم تستوجب، بادئ ذي بدء، تحديدات مفاهيمية على درجة من التعقيد، لأنها تتصل بغاية مجالين معرفيين (مجال الفلسفة ومجال فيزياء الكوانتُم)، خرجا عن نطاق العيني والمباشر وتوجّها إلى استهدافات اختصرها التحدي غير المتواضع لمهمة الكشف عمّا يجري هناك فوق الواقع، في البعيد غير المرئي الموجود حيال إدراكات محدودة بحدود معرفة الإنسان بأنه يشكل جزءًا صغيرًا من هذه الديمومة الأبدية.

أولًا: الفروق البنيوية بين فيزياء الكوانتُم والفلسفة

لا بد من توضيح مقصدنا الرامي إلى عدم اتهام الفيزياء بأنها تغيرت بفعل منجزاتها واستكشافاتها، إلى درجة أنها استعانت بمبادئ علومها التجريبية لتفسير موضوعات فوق-علمية. ونحن في الوقت نفسه لا نبغي إطلاقًا إظهار مدى تعارض التصورات النظرية للفلسفة مع ما يقع خارج نطاق إدراكاتنا العقلية المحدودة جدًّا، قياسًا بالمطلق الذي لا يمكن الإمساك به، مثلما لا يمكن العيش إلا إزاءه.

بناء عليه، فإن الفرق الأول من الفروق بين الفيزياء الكمية والفلسفة يكمن في السبب البنيوي لتطور ميكانيكا الكم، على ما آلت إليه الاستكشافات الأولية من معطيات، شكّلت سندًا متسقًا ارتُكن إليه في البحث عن الوجود غير المرئي، انطلاقًا من القواعد المبدئية التي خلصت إليها التجارب المرئية، في حين أن

المسوّغ الأصلي للفلسفة يقوم أصلًا على تصوراتٍ بحتة، يتعذَّر اختبار اتساقها مع المنطق التجريبي.

هنا، لا بد من التنبيه إلى ضرورة عدم الخلط بين منهجَي الفيزياء والفلسفة، بسبب العلاقة العضوية بين كلا المنهجين تاريخيًّا، حينما كان الفيلسوف هو نفسه الفيزيائي؛ إذ إن لكلٍّ منهما بنيته الخاصة التي أسفرت عن إرباك منهجي على صعيد الإدراك، فالصلة الجدلية بين الافتراضات الفيزيائية والتصورات الفلسفية كانت قد أثمرت حقائق جزئية مفيدة، بقدر ما أنتجت مغالط أضرت بصيرورة العلم نفسه، عندما هيمنت مزاعم أرسطو مثلًا على المشهد المعرفي، وتكرست بداهاتٍ شبه مقدسة على امتداد قرون طويلة، وذلك كله قبل أن تستقل الفيزياء وتنأى بنفسها عن التصورات التجريدية في نطاق بحثها التجريبي الخالص في قيامه على علائق المسبقات، التي خلصت إلى استكشافات، ولا سيما على صعيد النظرية الكوانتية، أبهرت الفيزيائيين أنفسهم فانبروا لمهمة الكشف عن غياهب المتيافيزيقا باحتوائها سبيل الفلسفة، عبر أطروحات علمية أعادت إحياء الافتراضات الاحتمالية بطريقة مثلى[1].

الفرق الثاني يعود إلى المتغيرات الوظائفية في مجالَي الفلسفة والفيزياء، الناجمة عن تبدل قيمة السؤال الفلسفي نفسه، حيال قضايا كان فيها للموت – مثلًا – وقعٌ آخر، كما كان للحياة معنًى مختلف، ففي ظل انهماكات انغمس بها الإنسان المعاصر بمصادر إلهاء أبطلت التأمل عن بكرة أبيه. وما دام أن العلوم بعامة والفيزياء بخاصة قادرة على توفير تقنيات تكنولوجية، فإن من غير الممكن أن يبقى معنى السؤال عمّا بعد الحدث وعمّا قبْله سؤالًا متطابقًا مع معنى السؤال الفلسفي الأول عند فلاسفة الإغريق القدماء.

فالاستدلال الذي اعتمد عليه الفلاسفة الكلاسيكيون كان محكومًا عند جُلّهم بغرضية واضحة، اتسق فيها أسلوب النظر مع غاية النظر بطريقة مثلى رسخت

(1) يقول أحد الفيزيائيين عن ميكانيكا الكم إنها ترجح حدوث احتمالات، وهذه الاحتمالات تحدث في أكوان موازية لكوننا؛ أكوان تبدو حقيقية لسكانها، كما يبدو هذا الكون بالنسبة إلينا. ومن الممكن أن ترجّح ميكانيكا الكم ألف احتمال، فتحدث الاحتمالات الألف. وكما بدا كثير من النظريات الفيزيائية خاطئة ثم ثبتت صحتها، كذلك الأمر مع ميكانيكا الكم.

انسجامًا شبه مطلق بين المفاهيم والمقولات المعتمدة، ما شكّل سبيلًا وحيدًا لاكتشاف الشيء الموجود هنا مع الواقع الذي نفترض وجوده هناك[2]...!

في هذا السياق، لا بد من تتبّع أواصر الصلة القائمة بين مناهج العلوم التطبيقية عمومًا والفيزياء خصوصًا من جهة، ومناهج الفلسفة المعاصرة من جهة أخرى، وهي التي تفرعت منها اشتقاقات منهجية على درجة من الغرابة، حاكت في تأويلاتها المتنوعة المبدأ الاحتمالي لميكانيكا الكوانتُم، ما جعل من كل تفكير في الموجود هنا ضربًا من التنبؤ بما يمكن أن يحصل في ما وراء المنظور.

بكلام آخر، لا تُعَد فيزياء الكوانتُم جزءًا من صيرورة تطور الفيزياء الكلاسيكية، ولا سيما بعد أن نحت منحًى ثوريًا انقلابيًا قوضت بنتائجها المدماك النظري الذي حكم، على مدى قرون عديدة، العلاقة الجدلية القائمة بين آلية التفكير في الأشياء ووجود الأشياء بمعزل عن تفكير الإنسان فيها.

ولأن فيزياء الكوانتُم تأسست بالتوازي مع النسبية العامة، حيال النظر في جميع الظواهر التي شكّل انتظامها في السابق سببًا لاستنتاج قواعد نظرية أو مبادئ منهجية، تعكس الاقتران العضوي للتناقض بين فيزياء الكوانتُم والنسبية العامة، ما أسفر عن نتيجة محبطة للآمال، خصوصًا بعد أن كان الفيزيائيون يمنّون النفس باستكشافات كلية تُمسك بكنه الوجود المتمثّل في اللوغوس (logos) الأفلاطوني، لتؤسس نوعًا من الإقرار بالقصور عن الإمساك بهذا الجوهر المطلق، من الناحية العملية-التجريبية، فجرى العزوف عن أي مسعًى كلي، بالتخلي عن أمر اللوغوس لمصلحة المنطق الرياضي، عند الفلاسفة الذين كانوا قد استكشفوا كنه العالم من خلال تصورات احتوائية[3]، استخدموا فيها النظر العقلاني المحدود، بحدود التفكير الذاتي في الأشياء المنظور فيها، على الرغم من أن النظريات الرياضية المعاصرة لم تُثبت قصورها حيال مبدأ التوقع أو الاحتمالية في فيزياء الكوانتُم.

(2) يحلو لنا أن نستعير من اللغة الهايدغرية لفظةً ذات وقع عذب ومعنًى مجاوز للمفاهيم المألوفة، التي تُستخدم في سياق التعبير عمّا هو مفارق للوجود المتعين، "الوجود هناك" أو الـ "دازاين".

(3) نقصد بالتصورات الاحتوائية المقولات التي يبتكرها الفلاسفة عند قصورهم عن الحصول على معطيات تجريبية، فليجأون إلى التجريد من أجل احتواء المشكلة.

إن الاحتمالية التي تشكّل جوهر النظرية الكوانتية التي لا يمكن ردّها إلى منطق المصادفة ولا العشوائية، ناجمة عن البنية الرياضية-الصورية للمنظومة التي تشكّلها، تمامًا كالاحتمالات بالنسبة إلى الرياضيات التي تكون عبارة عن أعداد، تميز حوادث معيَّنة.

وفي حالة الفيزياء، يأخذ أي تطور - بحسب الفيزيائي أومنيس - "شكل الحسابات، ما دام التمثيل الجديد الذي يجب وضعه موضع الاختبار قد صيغ في حدود رياضية [...]. من المؤكد أن المعطيات التجريبية أدت دورًا أساسيًّا في إحراز هذه الخطى التقدمية (على صعيد الفيزياء). وليس معروفًا على نطاق واسع أن الجهود النظرية التي بُذلت تكاد تكون بأسرها جهودًا رياضية [...]. وهكذا أثبتت الرياضيات، وكما لم يحدث في أي موضعٍ آخر، أنها تقتحم قلب الواقع كقوة عجيبة مذهلة"[4].

في هذا الصدد، لا نود استعادة مقولة غاليلي الشهيرة التي اعتبر فيها أن الطبيعة مكتوبة بلغة الرياضيات، وما على الإنسان إلا أن يفك شيفرتها المتمثلة في رموز وأعداد، ما دام أن ثمة شبه إجماع على ما يمكن أن تُطلَق عليه صفه البداهة المنهجية عند بيكون، الذي يفترض أن الواقع يتحدث بالأصالة عن نفسه في استقرائه المنهجي، بالقول: "تتقدم خطانا بانتظام وتتدرج من بديهية إلى أخرى، فلا نصل إلى أعم البديهيات إلا في خاتمة المطاف. هذه المقاربة ترمي إلى نزع المبادئ الفلسفية من شجرة الخبرة"[5].

ثانيًا: أبرز سمات منهج فيزياء الكوانتُم

إذا كان المقصد اكتشاف منهجٍ علمي واضح المعالم، يتسم بنتائج أكيدة في فيزياء الكوانتُم، نكون بذلك قد وقعنا في محذور منهجي، حذّر منه معظم العلماء

(4) رولان أومنيس، **فلسفة الكوانتُم: فهم العلم المعاصر وتأويله**، ترجمة أحمد فؤاد باشا ويمنى طريف الخولي، سلسلة عالم المعرفة 350 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2008)، ص 332-349.

(5) المرجع نفسه، ص 328.

الذين أقروا باستحالة بناء سبيل منهجي محدد يمكن أن يتصل بالحيّز غير المتعين في فيزياء تتسم باللايقين المتصل بلامحدودية التوقعات.

فالقاعدة التي تُعرف من خلالها الدالة الموجية للإلكترون، هي قانون في الفيزياء لا يشبه أي قانون آخر، لأن معرفته الموجية الدالة تتعلق بحسابات الاحتمالات ... كما أننا نستنتج أن الهوة ازدادت اتساعًا وعمقًا بين القوانين الكلاسيكية والقوانين الكوانتية. يؤكد أومنيس هذه الفكرة بقوله "إن صدوعًا عميقة قد حدثت في قلب الفيزياء ساهم فيها بور"[6].

ويرى أومنيس أن المراجعات الفلسفية لفيزياء الكوانتُم تعتبر أن هناك مجموعتين من القوانين الفيزيائية، مضافة إليها ظاهرة ردٍّ أو (اختزال) غريبة جدًّا ولا تنتمي إلى أيٍّ من المجموعتين، وهذه "مشكلة مزدوجة بالنسبة إلى الفيزياء وبالنسبة إلى الفلسفة"[7].

والسؤالان المشروعان، مقابل ما يطرحه أومنيس في هذا الصدد، هما[8]: كيف يمكن العقل أن يعزف عن فضوله إلى المعرفة إزاء علم ممعن في الغموض؟ وإلى أي مدى يمكننا أن نتكئ على حدسنا ولغتنا المألوفة لتأويل عالم الذرات الذي تحكمه رموز رياضية، ولا سيما أنه في عالم الذرّة، تصبح المساحة الكبرى من قدرتنا على تمثل العالم محظورةً، وتُترك الساحة أمام تأويلات الفيزياء؟

نخلص من هذا كله إلى استنتاج يقول باستحالة إقامة تناظر بين التمثيل العلمي لمنهج محدد من جهة وعالم الكوانتُم من جهة أخرى، لا للأسباب التي سقناها فحسب، وإنما لما جرى إغفاله أيضًا، أي إلى ضرورات تتصل بعجزنا عن إدراك الموضوعات المستهدفة في فيزياء الكوانتُم ما دام أنه "لا يوجد منهج يرسم خريطة سير في أراض مجهولة"[9].

---

(6) المرجع نفسه، ص 209.

(7) المرجع نفسه.

(8) يرى أومنيس أن العقل يعزف عن فضوله العلمي إزاء الغموض واللايقين، ونحن بدورنا نخالفه الرأي؛ فالحافز الأول لسعينا وراء العلم هو الكشف عن الغموض والالتباس. ولطالما كان هذا سعي الفلسفة الدؤوب إلى المعرفة وإلى الحقيقة، وليس امتلاكها كما يرمي العلم دائمًا وأبدًا.

(9) المرجع نفسه، ص 329.

فالمنهج الذي يمكن أن تُقارَب فيه فيزياء الكوانتُم لا يمكن أن يرتكن إلى قواعد نهائية ومحددة، ما دام أن الموضوعات تتسم بطابعٍ زئبقي قائم على مستوى فهمنا لتعددية الإجابات المحتملة عن "عالم الكوانتُم"، الذي لا يعتمد على التجربة التي تشكّل أساس العلوم الاختبارية، وإنما على ما بات يسمّى "السيمانطيقا التجريبية".

ذلك أن افتراض معرفتنا بواقعٍ ما هو الشرط الذي تُبنى عليه منهجية إدراكه، خلافًا للقاعدة التي كانت تقوم على أن المنهج هو الدليل الذي كان يرسم الطريق إلى الهدف المبتغى، حيث لا بد من الاعتراف بشيء من صوابية القول إن الافتراض الأوّلي بشأن ماهية الموضع هو الذي استدعى وضع أسس منهجية للنظر في موضوع الاختبار، فالسؤال الفلسفي الذي يجدر طرحه هنا هو: هل لنا أن نبني إطارًا مرجعيًّا محدَّدًا، نقيس عليه النظر في أشياء غير محددة؟

إن استحالة المواءمة بين التحديد واللاتحديد يحيلنا إلى المشكلة التي تعانيها الفيزياء المعاصرة، وهي الانفصام الدراماتيكي بين نظرياتها على مستويين مختلفين، على ما ذهب إليه العالِم الفيزيائي الأميركي لي سمولِن (Lee Smolin)، بالقول إن علينا التمييز بين نوعيْن من النظريات، وهما نظريات المبدأ والنظريات الاستدلالية، حيث إنه يعتبر أن نظرية المبدأ شاملة إذ تضع إطارًا يجعل وصف الطبيعة ممكنًا: كالنظرية الكمية والنسبية العامة، فكلتاهما نظرية مبدأ، ولذلك يتطلب المنطق التوحيد بينهما. أما النظريات الاستدلالية، فيرى أنها تصف "ظاهرة خاصة بمصطلحات نماذج خاصة أو معادلات: نظرية المجال الكهرومغناطيسي ونظرية الإلكترون. نظريتان استدلاليتان ... يجب إدخالها في سياق نظرية مبدأ"[10].

ويضيف سمولِن في السياق عينه أن بقدر ما تسمح نظرية المبدأ، قد يكون هناك ظواهر تخضع لقوانين مختلفة. وعلى سبيل المثال، يخضع المجال الكهرومغناطيسي لقوانين مختلفة عن تلك التي تحكم المادة المظلمة الكونية المفترضة، التي يُعتقد أنها تتجاوز إلى حد كبير كمية المادة الذرية العادية في

(10) لي سمولن، **مشكلة الفيزياء: نهضة نظرية الأوتار وانحدار العلم وما يأتي لاحقًا**، ترجمة عزت عامر (القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2016)، ص 54.

كوننا، فما نعرفه عن المادة المظلمة هو أنها لا تبعث أي ضوء، ومن المرجح أنها لا تتفاعل مع المجال الكهرومغناطيسي، ولذلك يمكن أن توجد نظريتان مختلفتان جنبًا إلى جنب[11].

إن هذا الأمر يفضي تلقائيًّا إلى إظهار مدى تقبّل العقل البشري مزاوجة نظريتيْن مختلفتين حيال ظاهرة كونية واحدة. من هنا يمكن القول إن التمييز الذي أجراه سمولن في هذا الصدد، بين نظرية مبدأ جامعة ونظرية استدلالية خاصة، قد يُعَد تصنيفًا عقلانيًّا بحتًا، جاء بفعل تبويبٍ منهجي أملاه العقل الذي يرنو بطبيعته إلى تصنيفات ليس لها من مقصد غير التحلل من أي اختلاف يعيق أحادية تفسير متسق مع فحوى السؤال الذي أعاد طرحه سمولِن نفسه، "عمّا إذا كانت كل القوى التي نرصدها في الطبيعة يجب أن تكون مظهرًا لقوة أساسية وحيدة"[12].

إن السؤال الذي انتهى إليه سمولِن سؤال فلسفي بامتياز، لأنه جاء بمؤدى تفكيره في معضلة فيزيائية عسيرة وغير متسقة، نقلت تفكيره من الرهان على المنطق التجريبي للعلوم إلى السؤال عن التصورات النظرية لهذه العلوم، لعلّه في هذا التحول التساؤلي يلتقط العقدة إياها التي أعاقت توحيد خطين فيزيائيين متجاوريْن يتعلقان بالجاذبية الكمومية، فكيف لنظرية أينشتاين في النسبية العامة، وهي التي قالت بالجاذبية الهندسية حيال الزمان والمكان، أن تُفسَّر في مجال الجاذبية الكمومية التي تحتاج إلى فهم كمِّ الزمكان العصي على التعيين، إلى درجةٍ من شأنها أن تفرض تغييرًا جوهريًّا في طريقة تفكيرنا المألوفة بالزمان والمكان.

هذا الأمر ليس بجديد؛ ففي كل مرة يصل العلم إلى حائط مسدود، يُعاد النظر بالحقل الإبستيمولوجي عبر نقل وجهة التفكير في الأسس النظرية، التي تشكل منهجًا محددًا، إلى مجال إبستيمولوجي جديد، على غرار انتقال الفلسفة الحديثة من رهانها على العقل في الوصول إلى الحقيقة التامة، إلى السؤال المحوري للفلسفة المعاصرة، عن علّة إصرار الإنسان الأبدية على الامتلاء بالحقيقة التامة والمطلقة.

(11) المرجع نفسه، ص 55.

(12) المرجع نفسه.

ثمة، إذًا، تحوُّل ثوري في المبحث الإبستيمولوجي غيَّر من وجهة البحث الفلسفي عن الحقيقة، إلى البحث عن الأسباب التي تجعل الإنسان محكومًا بعلّة البحث عمّا لا سبيل للوصول إليه مطلقًا.

وكذلك فعلت علوم البيولوجيا عندما نحَت المنحى نفسه، فحينما أخفقت في القضاء على جرثومة الملاريا، انتقلت من مواجهتها إلى البحث عن السبيل الأنجع الذي يمكّن الجسم الإنساني من الحياة، متصالحًا مع الملاريا. وكذلك مع فيروس الكورونا الذي لا يزال يهدد البشرية بمتحوراته وسلالاته. وعلى الخطى نفسها تنحو فيزياء الكوانتُم إلى إعادة النظر بواحدية منظومتها المرجعية، التي أخفقت في دمج النسبية العامة والنظرية الكمية في حقلٍ إبستيمولوجي واحد.

ثالثًا: فيزياء الكوانتُم من منظور أركيولوجي

يبدو أن الرهان على فيزياء الكوانتُم وصل إلى ذروة اعتداد هذا العلم بنتائجه، التي قدمت حلولًا مذهلة على مستوى تطوير تقنيات ذرية متعددة الاستعمالات. لكن ما إن تطلعتْ إلى ما هو أكبر من قدرة الإنسان على فهمه، حتى عادت أدراجها إلى مجال التصورات النظرية، عبر احتمالات وافتراضات تقول بوجود طاقة مظلمة، تؤثر بالقدْر الذي نجهل فيه مدى ديناميتها وكمية الجاذبية الخاصة بها، السالبة والموجبة.

في هذا السياق، نجد أن من المفيد مقاربة نتائج فيزياء الكوانتُم مع متغيرات الفلسفة المعاصرة، وبصورة أخص أركيولوجية ميشيل فوكو، التي حفرت خلف الأسباب الظاهرة لتفكيرنا، أي في الشروط التي حدت بالإنسان إلى التفكير في أشيائه على نحوٍ مختلف عن تفكيره في الأشياء نفسها في مراحل سابقة، ما دام "أن العقل الإنساني طُبع على أن يفترض في الأشياء نظامًا وتشابهًا أكثر مما يوجد فيها حقًا"[13].

---

(13) يقول أرسطو أنه لكي نفهم شيئًا ما، علينا أن نكوّن له صورة واضحة في الذهن. هذا أساس العقلانية التي بنى عليها أرسطو منطقه الخاص، والذي يتناقض مع اللاعقلانية المتبدية في عالم الذرّة، أو بالأحرى عالم الكوانتُم.

وفي حين أن الطبيعة مليئة بالاستثناءات والاختلافات، فإن العقل يرى الانسجام والاتفاق والتشابه في كل مكان. ومن هنا يأتي تخيُّل أن "كل الأجرام السماوية ترسم أثناء تحركها دوائر كاملة، تلك هي أصنام القبيلة، تخيّلات عفوية للعقل، وإليها يضاف - كمعلول وأحيانًا كعلّة - إبهامات اللغة: فالاسم الواحد نفسه يُطلَق دون تمييز على أشياء ليست من طبيعة واحدة... وحده حذرُ العقل يمكن له أن يبددها إذا ما أقلع عن تسرعه وخفته الطبيعية ليصير نفاذًا، ويدرك أخيرًا الاختلافات الخاصة بالطبيعة"[14].

لا نحيل هذا التفسير الأركيولوجي إلى التساؤل الذي عبّر فيه سمولن عن ذهنية الإنسان، الذي يسعى بطبيعته إلى الوصول إلى إجابة موحدة عن مظاهر مختلفة ومتنوعة، ما دام أن ثمة إقرارًا بالتنوع والاختلاف كسِمة وجودية ملازمة لوجود الأشياء التي لا يمكن أن تتمثّل لا في لغة الفلسفة ولا في لغة الفيزياء، التي من شأن تبديلها الانقلاب على المنطلقات المنهجية لتفكيرنا، خصوصًا عندما نفكر في فيزياء الكوانتُم.

فإذا اعترفنا بأن القوى[15] التي نرصدها في الطبيعة لا يمكن أن تكون مظهرًا لقوة أساسية وحيدة، سنرتاح وقتئذٍ من عبء البحث عمّا يوائم بين الاختلافات، ونتخلى عمّا لم يعد صالحًا للقياس على منطق تفكيرنا المنهجي بطريقة محددة؛ فعلى الرغم ممّا يترتب على هذا المنحى التفكيكي في التفكير من محاذير قد تعرقل عملية القياس والتمثيل بسبب المباغتة التي من شأنها أن تقوض الأسس العلمية للفيزياء، فإنه يجدر التوقف عنده، لِما يتضمنه من تحوّل في منحى النظر إلى الأشياء والظواهر، التي تتبدى لنا على نحوٍ متسق مع حالة الناظر وأسباب معرفته التي تتشكل في شروط محددة، تجعل من تحقيب المراحل التاريخية للأشياء تاريخًا للنسق الكامن على نحوٍ متقطع في بنية الوعي الإنساني لأشيائه.

(14) ميشيل فوكو، **الكلمات والأشياء**، ترجمة مطاع صفدي [وآخرون]، مراجعة جورج زيناتي (بيروت: مركز الإنماء القومي، 1989-1990)، ص 65.

(15) القوى الأربع الموجودة في الطبيعة: الجاذبية، الكهرومغناطيسية، القوة النووية الضعيفة، القوة النووية القوية.

نستعمل كلمة "نسق" لأن فوكو لا يحبّذ تصنيفه صاحبَ منهج صارم في تفسيره الأشياء، ما دامت التسمية قد استحوذت على ثبات الإرث الأرسطي، أو السكولائي، والديكارتية والنيوتنية وما إلى هنالك... ضد أنصار الأنساق المفتوحة على إمكانات التغيير والصيرورة الدائمة، في حياة قابلة لإمكانات الفهم الجديد لأشيائنا، ولا سيما أن فوكو يعترف بـ "أن النزعة الميكانيكية الديكارتية، والتي ما لبثت أن تحولت فيما بعد إلى عائق، بدت في أول الأمر كأداة لعملية النقل، وأدت إلى الانتقال، إلى حد ما ورغم أنفها، من المعقولية الميكانيكية إلى اكتشاف تلك المعقولية الأخرى، ألا وهي معقولية الكائن الحي"[16].

في هذا الصدد، تحولت مشكلة فيزياء الكوانتُم إلى مشكلة منهجية، ما دام أن صيرورة البحث المتصل بناحية من التفكير الفيزيائي حيال ظواهر الطبيعية، قد استنفدت منطقها المتسق عندما اصطدمت باللااتساق بين النسبية العامة المحققة والنظرية الكمية التي لا تزال في طور التحقق، ولا سيما أن المنهج يعمل على ترتيب "الموضوعات والوقائع ترتيبًا أساسه توافُقٌ كت أو تشابه محدد يتم الإعراب عنه بفكرة عامة تنسحب على سائر تلك الموضوعات"[17].

ولئن كان منهج ناجح قد أثبت جدواه في مجال علمي محدد، فهذا لا يعني انسحاب نجاعته على باقي المجالات الأخرى، خصوصًا أن المناهج كلها تتسم بخاصية احتواء الاستثناءات، التي تعترض تطبيق القواعد على ظاهرة، مخالفة لِما اعتدنا على مشاهدته.

إن هذا الأمر يحيلنا مباشرة إلى عثرات المنظومة المرجعية لأي تفكير يرتكز على منطلقات ثابتة في النظر إلى ظواهر متغيرة. فإذا كانت المنظومة اعتباطية في كل مراحل سيرها، فإن بمجرد تحديد منظومة المتغيرات - أو السمة - في البداية، يستحيل بعد ذلك تعديلها بإضافة نقص عنصر واحد منها... "فالمنهج لا يختلف عن المنظومة، إلا بالفكرة التي يكوّنها المؤلف عن مبادئه، باعتبارها إما متغيرة، كما هو الشأن في المنهج، أو مطلقة، كما هو الأمر في المنظومة"[18].

(16) فوكو، ص 119.
(17) المرجع نفسه، ص 133.
(18) المرجع نفسه، ص 134.

انطلاقًا من ذلك، قد يفسَّر كيف أن المنظومة المرجعية لفيزياء الكوانتُم ليست على درجة من الإحكام والتماسك، وعليه تقوضت الثقة السيكولوجية بهذا العلم، إذ تزعزع الاتساق المنظوماتي الذي يحتمل تفسيرين مختلفين حيال ظاهرة واحدة[19].

رابعًا: العلاقة التجاورية بين الفلسفة وفيزياء الكوانتُم[20]

على كل حال، إن العبرة التي يمكن الفلسفة أن تستفيد من أمثولتها في علم الكوانتُم هي أن التطور في مجال علم الفيزياء قد لا يتخذ شكلًا اطِّراديًّا أو تعاقبيًّا في تتالي المتغيرات التي كان يحل فيها اكتشاف محل الآخر، إلا على نحو تخمينات افتراضية.

ولعل فيزياء الكوانتُم بدّلت من ذهنية التفكير "الإحلالي" (الجديد يحل محل القديم)، بحيث يمكن نظرية جديدة أن تتجاور مع نظرية قديمة، من دون أن يتآلفا ولا أن يندمجا في نظرية جامعة تشكل مرجعية منظوماتية لفهم ما يحصل في العالم، على عكس ما أُدرج عرضه، في سياق النظر إلى النسبية العامة كبديل عن نظرية نيوتن في الجاذبية. لكن بهذا المعنى، لا نظن أن فيزياء الكوانتُم تفردت في التعبير عن مثل هذه الخلاصة المنهجية، فالفلسفة كانت السبّاقة في التأسيس لمنحًى مغاير مِنَ التفكير عمّا أرساه القياس الأرسطي، في منطق يناسب تجريدات ميتافيزيقية، مثلما لاءم الاستقراءُ المنطقَ التجريبي للعلوم الطبيعية.

وقس على ذلك مناحي التفكير الفلسفي المعاصر، الذي تجاورت فيه هيرمينوطيقا بول ريكور مع وجودية مارتن هايدغر، وتفكيكية جاك دريدا مع

(19) لا يكون الخطأ في الأولى ولا في الأخرى، ولكن لا يمكن جمعهما معًا، كاستحالة المواءمة بين الضغط الذي تفسره جاذبية النسبية العامة للمادة، من ناحية، والشد المفترض في الطاقة المظلمة التي تجذب المادة والأشياء من ناحية أخرى. وكذلك ظاهرة انتشار الضوء: أيتكون من جسيمات، أي من فوتونات، أم من موجة كهرومغناطيسية؟ وكذلك الإلكترون...

(20) تقر مجموعة من الفيزيائيين في كتاب **العالم الكوانتي** (*Le monde quantique*) بوجود علاقة حتمية بين الفلسفة وفيزياء الكوانتُم، تتبين أواصرها من خلال ارتباط التحليلات المعرفية بالتساؤلات الفلسفية، إلا أننا اتخذنا زاوية نظر منهجية مختلفة للتدليل على تلك العلاقة. يُنظر:
Alain Aspect et al., *Le monde quantique*, Stéphane Deligeorges (dir.), coll. sciences et avenir 46 (Paris: Seuil, 1984), p. 202.

أركيولوجية فوكو، بطريقة تبعث على التساؤل عمّا إذا كان اختلاف المعرفة المتنوعة يحاكي تنوع موجودات الطبيعة واختلاف كائناتها.

لعل السمة التي كرست مبدأ الدحض المتتالي، في سياق تطور علم تطبيقي بعينه، جاءت بمؤدى التجاور غير الموحد، الذي حصل بين النسبية العامة والنظرية الكمية. وهذا ما يدعونا إلى التساؤل عن علّة هذا التماثل بين حقلين إبستيمولوجيين مختلفين، جمعا منطق الفلسفة الذي ينحو بطبيعته إلى التجريد، مع المنطق الفيزيائي الذي يقوم على التجريب.

لا بد إذًا من أن تتوفر عناصر متشابهة في كلٍّ من محصلات فيزياء النسبية العامة والنظرية الكمية من جهة، ومحصلات النظريات الفلسفية من جهة أخرى؛ ذلك أن القاسم المشترك بين كلا الحقلين المعرفيين لا يحتاج إلى عناء التفكير في غياهب الافتراضات البعيدة عمّا توصلت إليه فيزياء الكوانتُم من نتائج، لا مجال فيها للتجريب ما دام أنها دخلت في نطاق التصورات التي يتعذر التحقق من نتائجها.

وفي ما يتعلق بالنسبية العامة أيضًا، فعلى الرغم ممّا أسفرت عنه من نتائج مذهلة على مستوى وصف كيفية عمل الجاذبية، فإنها في قولها إن الجسم الذي تجاوزت سرعته سرعة الضوء يسبق الزمن قد أبقت جزءًا من النظرية في نطاق التصور النظري الخالص الذي ينتهي إلى افتراضات تفتح بابًا أمام التصورات، بما يحاكي التصورات الميتافيزيقية للفلسفة، التي تقاطعت مع فيزياء الكوانتُم، حالما دخلت الأخيرة في غياهب الافتراضات التجريدية والتصورات الرياضية.

فعلى الرغم من المتغيرات التي أملتها استهدافات الفلسفة المعاصرة لِما بات يندرج في سياق النظر الواقعي تجاه الموجودات الشاخصة أمام إدراك ذاتي متغير لتفاعله معها بطريقة جدلية، فإن السؤال عن ماهية الشيء الموجود يستفزها كسؤالٍ استطرادي عن العوامل التي حدت بالذات المتسائلة إلى طرح تساؤلٍ من هذا القبيل، فمتغيرات الفلسفة الكثيرة والمتعددة لم تنقلب بالمطلق على أسباب نشأتها الأولى، بما هي نظر في الوجود انطلاقًا من الموجود؛ ذلك أن التحول

الذي أصاب الفلسفة بمؤدى الصدمة الناجمة عن إدراكنا جهْلَنا "الما فوق"، أحال اهتمامها بـ "الما تحت" إلى طريقة تبعث على الاستهجان من تواضعها المريب أمام تقدُّم العلوم التطبيقية عامةً والفيزيائية خاصة.

ومهما يكن من أمر، فإننا لا ننفك نتلمس في الأفاعيل "التحتية" للفلسفة المعاصرة تشوقًا إلى الاتساق مع أسباب ولادتها، من أجل إدراك الجوهر الذي تتشكّل منه مادة الموجود، كتواضُع فوكو، مثلًا، في بحثه عن شروط إمكان معرفتنا بالشيء المتمظهر، بطريقة تدل على ما يدور في أروقة الذات من انفعالات حسية وجدانية وسيكولوجية، يتحدد فيها الوجود بما هو موجود.

لكن ينبغي الإمساك بناصية الحقيقة التي تدلنا، أقلّه، على العلّة التي تحول دون اتصالنا بالعالم الفوقي بغير الطريقة التجريدية. وقد عبّر فوكو عن هذا الأمر من خلال رأيه بفحوى التاريخ كله، تاريخ العلوم الطبيعية والعلوم الإنسانية، في قوله بأن التاريخ هو "إمكانية رؤية ما سوف يمكن قوله دونما أن تكون ثمة إمكانية لقوله ولا لرؤيته عن بُعد لو أن الأشياء والكلمات متمايزتان عن بعضهما بعضًا، لم ترتبطا فيما بينهما منذ البداية في عملية تمثيل"[21].

ذلك أن المفتاح المفاهيمي، الذي من شأنه أن يعِين على الولوج داخل نظام فوكو المعرفي المعقد، يقوم على تقصّي مترتبات الإقرار بما يمكن أن ينجم عن تمثّلات الذات وشروطها المتصلة بمحدودية الإنسان، وتناهيه الحديث إزاء ما كانت تطرحه الفلسفات الميتافزيقية من موضوعات لامتناهية. يقول فوكو في هذا الصدد: "وإذا كانت الطبيعة البشرية تتداخل مع الطبيعة، فذلك عن طريق آلية المعرفة وعملها، أو بالأحرى فإنه بالنسبة للمنطوق الكبير الذي تتضمنه 'الإبستيمية الكلاسيكية'، تشكل الطبيعة والطبيعة الإنسانية، وعلاقاتهما لحظات وظيفية محددة ومرتقبة، وليس للإنسان فيها ... أي مكان"[22].

ويضيف في السياق أن "في نقطة التلاقي بين التمثيل والكينونة، حيث تتقاطع

---

(21) فوكو، ص 123.

(22) المرجع نفسه، ص 258.

الطبيعة والطبيعة البشرية، في ذاك المكان بالذات، حيث نظن اليوم أننا نكتشف الوجود الأوّلي والثابت واللّغزي للإنسان، فإن ما كان قد أبرزه الفكر الكلاسيكي إنما هو سلطة الخطاب"[23].

إن محاولة استنطاقنا ما يمكن أن نقارب فيه فهمنا لفيزياء الكوانتُم، بالقياس إلى ما يُستشف من منهجية فوكو الأركيولوجية، تحتاج إلى شيء من التأويل المشروع لِما لم ينطق به فوكو صراحة؛ ذلك أن تضمينية المعنى تفتح الشهية لأي تفسير يتلاءم مع حاجة الذات إلى أن تعطي الكلامَ غير المقصود مقاصد تفيد وضعية الذات نفسها.

فبغض النظر عمّا يمكن أن نخلص إليه، إذا ما قارنا بين التقطعات النسقية لأسباب المعرفة، التي تَستَوْلد عند فوكو، في كل مرة تنتفي شروط وإمكانات محددة، إنسانًا جديرًا في تطلعاته وفي تفكيره، ما يجعل من فهمه أشياءه ونفسه منطقًا، أو بالأحرى نسقًا مغايرًا بالنوع، لا بالمستوى عن المنطق السابق، فإن في إمكاننا القول إن الفيزياء الكلاسيكية برمّتها، منذ أرسطو حتى نيوتن، تنتمي إلى نسق "مكتمل- منغلق" عبّر عن نفسه في منحى النظر إلى الظواهر الكونية، كشيء لامتناه من منطلق القياس التحليلي، في حين أن النسق الذي يبشر بولادة الإنسان الحديث يتوق إلى التبويب والتنظيم، وإلى كل ما يؤدي إلى تصنيفات ساهمت في ولادة فيزياء الكوانتُم.

لقد ذهب فوكو في قراءته علّة عجزنا عن الامتلاء بالمعرفة الكلية، سواء أكانت في الفيزياء أم في العلوم الإنسانية، إلى أن "معرفة الإنسان الوضعية تحدّها الوضعية التاريخية للذات، التي تعرف أن تذوب لحظة التناهي من جراء ذلك في لعبة نسبية، لا يمكن الإفلات منها"[24]. وفي موضع آخر يقول: "فقد أُعطيَ لخبرة الإنسان جسد هو جسده ... ولتلك الخبرة عينها أعطيت الرغبة كتوق أوّلي يضفي على سائر الأشياء قيمة، وقيمة نسبية، ولتلك الخبرة عينها أعطيت لغة تستطيع أن

(23) المرجع نفسه، ص 259.
(24) المرجع نفسه، ص 204.

تقدم في انسيابها خطابات كل العصور، وكل التعاقبات، وكل التزامنات"[25]. ثم يضيف: "معنى ذلك أن كل واحدة من تلك الصيغ الوضعية التي تخوّل الإنسان أن يدرك أنه متناه، لم تُعط له إلا على أساس تناهيه هو"[26].

لا ندري ما إذا كان الكلام على "البارادیغم" الخاص بمرحلة الفيزياء الكلاسيكية يقابله نسق المرحلة الكلاسيكية للمعرفة الأركيولوجية، التي كانت فيها القرابة بين الكلمات والأشياء لصيقة وصميمية. وذلك قبل أن يظهر الإنسان الجديد بوصفه وسيطًا معترفًا به لتمثيل الأشياء عبر كلمات تحمل في طياتها مجمل تعقيدات الحالة السيكولوجية والوجدانية، لذاتٍ تتسم تمثلاتها بفرادة التفاعل الخاص مع الكلمات والأشياء أيضًا.

بناء عليه، فإن الشروط التي أدت إلى ولادة الإنسان الجديد معرفيًّا تنتمي إلى نسق يُنذر اكتماله، بأفول الإنسان نفسه.

وعلى الخطى نفسها، لعل فيزياء الكوانتُم تنذر بولادة نوع جديد من المعرفة الفيزيائية تتسم بشروط مغايرة، بعدما استنفدت إمكانات النظر إلى الظواهر الكونية، من خلال منحًى اكتملت وظيفته كنسق أعطى كل ما عنده، ولم يبقَ من سبيل له سوى التحول إلى ما يجعل من توقه إلى معرفة جديدة تحقيبًا لمآلات المعرفة العلمية. ومثلما شكلت نهاية الميتافيزيقيا "الوجه السلبي لحدثٍ أكثر تعقيدًا بكثير، قد طرأ على الفكر الغربي. وهذا الحدث هو ظهور الإنسان"[27].

خلاصة القول، لعل التأرجح الاحتمالي في الفيزياء الكمية أيقظ العقل العلمي من سباته الدوغمائي ومن ادعاءاته التكبرية، تمامًا مثلما استيقظت الفلسفة المعاصرة بفعل أفول الميتافيزيقا، التي ما عاد النظر الفلسفي مشدودًا نحوها، وإنما صار النظر في الأسباب التي تجعل من الإنسان مشدودًا إليها موضوعًا، تحولت بموجبه الذات إلى موضوع، على قدرٍ من الأهمية، يوازي أهمية النظر في الموضوعات الخارجية.

---

(25) المرجع نفسه، ص 261.

(26) المرجع نفسه.

(27) المرجع نفسه، ص 263.

الفصل التاسع

تحولات بنيوية في فيزياء الكوانتُم

صار للذات وجود كمصدر مهم للمعرفة العلمية، بموجب التحول النوعي الذي أحيلت معه تلك المعرفة إلى مصادر خفية تقبع في أروقة انفعالات الإنسان حيال كل ما هو شاخص أمام إدراكاته، على هيئة افتراضات منطقية، يُستدل من خلالها على اللاموجود من الموجود، أو على شكل صورة يتمثّل فيها ما يمكن أن يكون عليه الشيء الخفي.

نسوق هذا الكلام في معرض تحوّل المعرفة الفيزيائية الكلاسيكية، التي كانت مرتكزة على حساب التفاضل عند نيوتن ولايبنتز، تمامًا مثلما كانت الفلسفة الكلاسيكية متمأسسة في منطق أرسطو، وذلك قبل أن تتحول فيزياء الكوانتُم إلى ما يمكن تسميته بالعلم الصوري، الذي يتماشى مع صورة التشظي الناجم عن صدمة الفلسفة بعجز العقل عن إدراك الحقائق الكلية.

أولًا: فيزياء الكوانتُم، من التصور الرياضي إلى التصور الميتافيزيقي

لعل التشظي الناجم عن إخفاقات الفلاسفة في العثور على حقائق منجزة ومكتملة، قد بعثر السؤال الفلسفي إلى درجة بات فيها تعيين ماهية الفلسفة كمنظومة مرجعية واضحة أمرًا متعذرًا، إن لم نقل مستحيلًا[1]؛ فبمجرد أن دخلت

(1) لعله الدافع الذي حدا بدِريدا إلى طرح سؤال جريء عمّا إذا كان لأحد الجرأة على تصنيف أي نص بأنه سؤال فلسفي أم لا.

الذات الإنسانية، بما تتسم به من فرادة، إطار تعيينها كمصدرٍ مهم للمعرفة الصورية المستجلبة بمؤدى منظومة الميكانيكا الكمية، فإنها أحدثت بعض التناقضات المفاهيمية الظاهرية التي لم يجرِ حلها حتى بعد 80 عامًا، حيث إن النظرية الكوانتية تعطي تنبؤات إحصائية فحسب بشأن السلوك تحت الذري، وتقول إن قدرتنا على فعل أي شي أفضل من ذلك محدودة بمبدأ عدم اليقين. وبذلك، فإن رصدنا، كما يعتبر سمولن، يحدد الحالة بمعنى ما؛ فكل "ذلك يفترض أن النظرية الكمية لا تحكي كل القصة"[2].

ذلك يعني أن ثمة وشائج وتقاطعات من حيث النتائج، بين التصورات غير الرياضية للفلسفة المعاصرة (التي أُطلق عليها فلسفة ما بعد الحداثة، بالنظر إلى انقلابها على ما شكّلته المرجعية الكلاسيكية للفلسفة من رهان على القياس المنطقي في حل المشكلات الكلية) من جهة، والرياضيات الصورية لفيزياء الكوانتُم التي تتسم باللاتناهي، من حيث إنها دراسة العلاقات التي توجد بين المفاهيم، بغض النظر عن طبيعتها اللامتعينة من جهة أخرى.

يتقاطع ذلك مع رأي أومنيس، الذي ذهب إلى القول بأن الرياضيات هي الدراسة المجردة للصورة، وأن للرياضيات توجهًا صوريًّا أبعد ما يكون عن تكريس الانفصال عن الواقع؛ ذلك لأن مفهوم الصدق الرياضي أصبح يُفهم بوصفه خاليًا من التناقضات، أي الاتساق المنطقي الكامل: "ففي أعقاب هذا التبدل في الرياضيات سرعان ما وجدت الفيزياء نفسها مدفوعة نحو خارطة النسبية، والنظرية النسبوية relativistic للجاذبية وفيزياء الكوانتُم"[3].

---

(2) لي سمولن، **مشكلة الفيزياء: نهضة نظرية الأوتار وانحدار العلم وما يأتي لاحقًا**، ترجمة عزت عامر (القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2016)، ص 48. يخبرنا مبدأ اللايقين، كما رأينا عند هايزنبرغ، بأن ليس في إمكاننا قياس موقع جسيم وكمية حركته في الوقت نفسه، والنظرية تعطي احتمالات فحسب. ويمكن أي جسيم، أو إلكترون ذري مثلًا، أن يكون في أي مكان حتى نقيسه، وبالتالي فإن موقعه يتغير عندما نقوم بقياس سرعته، أو العكس.

(3) رولان أومنيس، **فلسفة الكوانتُم: فهم العلم المعاصر وتأويله**، ترجمة أحمد فؤاد باشا ويمنى طريف الخولي، سلسلة عالم المعرفة 350 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2008)، ص 125.

إن التحول الذي نجم عن إخفاق فيزياء الكوانتُم في الإجابة عن الأسئلة الفيزيائية-الفلسفية، التي باتت محدودة بمبدأ عدم التيقن، أحال النظر تلقائيًّا إلى المنطق الصوري للرياضيات غير المحدودة بحدود اكتشاف منجزٍ تقني، كالحاسوب الذي يعمل وفق ميكانيزمات المنطق الصوري، الذي يفتح في جانبه الآخر احتمالات محكومة بمنطق خاص، إلى درجة أنه شكّل ملاذًا أوحد لعلماء فيزياء الكوانتُم، وذلك بوضع صيغ رياضية للاحتمالات اللانهائية[4].

من هذا المنطلق يستدعي أومنيس المنطق مرة أخرى، في محاولة لفهم فيزياء الكوانتُم، وتحديدًا مع جورج بول (George Boole)، في استنباطه رمزية عملية، مع مجموعة متكاملة من القواعد التي يُعول عليها لإجراء العمليات المنطقية بطريقة آلية وبسيطة. ومن أفكاره الرئيسة الممتازة واحدة تقضي بأن بدلًا من تعريف خصائص موضوع ما، نشير إلى جميع الموضوعات التي تتمتع بالخصائص نفسها. وعلى سبيل المثال، بدلًا من تعريف الصفة "أحمر" باستخدام كلمات غير وافية: "فإنه يفترض أن المرء يستطيع دائمًا أن يُقرر ما إذا كان شيء معيّن لونه أحمر أم ليس أحمر اللون، ومن ثم فإن كل الأشياء الحمراء تكون عالم الأشياء ذات اللون الأحمر"[5]، ويقصد بذلك أن التعميم أو مقاربة الفئة أفضل من التصور.

وهذا يتفق مع ما ذهب إليه فوكو بالقول إن علم التصنيف يستند بأكمله إلى الرياضيات (العلم العام). في المقابل، بما أن إدراك البداهات ليس سوى حالة خاصة من التمثيل بشكل عام، فإن في وسعنا القول بأن العلم العام ليس إلا حالة خاصة في علم التصنيف. وبما أن علم التصنيف يسكن في الرياضيات، ذلك "لأنها هي أيضًا علم نظام ... ذلك أنه على أثر النقد الكانطي ... قام اقتسام من نمط جديد. من جهة تجمعت الرياضيات (العلم العام) مكونة منطق الحكم والأنطولوجيا. فهي التي سادت حتى أيامنا على العلوم الصورية، ومن جهة

---

(4) نذكر ميكانيكا المصفوفات لهايزنبرغ، ومعادلات دو برولي وشرودنغر التي تصف الدالة الاحتمالية لموجة الإلكترون، وغيرها من المعادلات الرياضية الاحتمالية التي تصف حركة الجسيمات ما دون الذرية وتصف طاقتها.

(5) أومنيس، ص 126.

أخرى التاريخ وعلم السيمياء (الشارات) ... وقد التقيا في فروع التأويل التي بيّنت قدراتها من شلايرماخر إلى نيتشه وفرويد"[6].

ثانيًا: فلسفة الاختلاف في فيزياء الكوانتُم

إن ضخامة الإنجاز الناجم عن التحول الإبستيمولوجي الضخم في علوم الطبيعة، مرتبطة بالنمط الذي آل إليه التفكير العلمي، الذي تخلى عن التقنيات المترتبة على تصوراتنا التحليلية لأي موضوع، ما جعل التصنيف والفرز معيارًا لاستخلاص نتيجة منطقية، برهنت التجارب على صدقيتها إلى الحد الذي تماهت فيه الفيزياء، في لحظة اعتدادها بإنجازاتها، مع المعرفة الكلية.

فالفيزياء، بالمعنى الذي ذهب إليه محسن كرمنشاهي، تسعى إلى التنسيق بين النتائج غير المرغوب فيها، من حينٍ إلى آخر، كاستخدام آليات للتخلص من الصفر واللانهايات، وغيرها من النتائج الإشكالية التي لا تتفق مع معرفتنا بالزمكان ومع منطقنا[7].

من هذا المنطلق بدأت الأصوات التي تنادي بموت الفلسفة من حيث هي مجال للتفكير التجريدي، ترتفع وتتوسع أمام كل اكتشاف فيزيائي ملموس له تطبيقاته على أرض الواقع. ولهذا، لا بد من لحظ مفاعيل الاعتداد العلمي الكبير على من آمن بالفيزياء إيمانَ أتباع أرسطو بمنطقه القياسي، كسبيل للوصول إلى الحقيقة المطلقة. وذلك ليس من باب التوقف عند المفاعيل السيكولوجية، على ما يمكن أن يترتب على الإيمان المفرط بشيء ما، من إحباط مريع حينما يكتشف المرء وهْم التعويل على ما كان قد آمن به فحسب، وإنما من زاوية الوقوف عند تأثير المنجزات الفيزيائية في النظرة الكلية، حيال علمٍ فيزيائي واعد أصاب أصحابه بشيء من آفة الرهان على الذي تحوّل بموجبه الحقل الإبستيمولوجي

(6) ميشيل فوكو، **الكلمات والأشياء**، ترجمة مطاع صفدي [وآخرون]، مراجعة جورج زيناتي (بيروت: مركز الإنماء القومي، 1989-1990)، ص 81-82.

(7) محسن كرمنشاهي، **النظرية الشاملة: نموذج لنظرية كل شيء**، ترجمة عنان علي الشهاوي، مراجعة عزت عامر (القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2014)، ص 116.

للفلسفة من البحث عن حقيقة الوجود هناك في الخارج (الطبيعة) إلى البحث عن الحقيقة الوجودية الكامنة في داخل الذات.

لا نسوق هذا الكلام بالمعنى الذي ذهب فيه سقراط وأفلاطون إلى القول إن الذات، أي ماهية النفس، تمتلك في أصلها المعرفة الكلية، وما على النفس إلا أن تتذكر جوهرها قبل أن ينسيها حلولها في البدن حيّزها الروحي الطاهر؛ فعلى ما في هذا الرأي المفعم بالشغف من حجة صورية، فإنه يبعث على الدهشة والتعجب من هذا التقهقر للإنسان المعاصر، ليعود إلى ذي بدء، حيث البحث عمّا يكتنف الذات من انفعالات تشكل جزءًا من الحقيقة المتمثّلة في تصورنا للعالم ما تحت الذري.

في هذا الصدد، لا نحيل مشكلة النظرية الكمية إلى استنفاد لغة الفيزياء القدرة على النظر في ما لا يتطابق مع المنحى التجريبي، الذي تأسس في أصله على معايير تطبيقية بحتة، فعلى ما في هذا الرأي من وجاهة دعمت وجهته، لدى كل من يجد في العلوم، أكانت طبيعية أم إنسانية، فعل تماهٍ مع حالة الإدراك الذاتي عند الإنسان، فالمسألة برمّتها تتسم بتعقيدات المبتغى البراغماتي للإنسان، الذي أرجأ التفكير في علّة نقصانه الوجودي عبر انكبابه على مصادر إلهاء النظر في منجزاته التقنيه، التي أيقظت لديه أملًا خافتًا سرعان ما ذوى أمام باب ميتافيزيقا الكوانتُم المسدود، الذي أعاد فتح المجال أمام التصورات البحتة.

فتلك التصورات هي التي تحدد بنفسها ما يمكن أن يتحصل، إن تحققت، على سبيل الافتراض، زيادة عنصر إلى وضعية معينة، أو إنقاص عنصر من وضعية أخرى. وفي ضوء ذلك، نجد أن من الطبيعي أن يُعلق الرهان على تأسيس فلسفة علمية منفصلة عن التراث الصلد للفلسفة التجريدية، بعدما قطع العقل العلمي أشواطًا مهمة في إنجاز كثير من الابتكارات والاكتشافات التي غيّرت نظرتنا إلى أنفسنا بالدرجة الأولى، لتنقلب بمؤداها المفاهيم التي كانت قد شكلت ناظمًا أخلاقيًّا لحياتنا الاجتماعية.

وفي هذا السياق نجد أن التساؤل الذي اقترحه أومنيس في قوله إن ما قلناه فعلًا بخصوص ميكانيكا الكوانتُم، يكاد يدفعنا إلى السير قدمًا؛ فبمقدار ما هو هذا

العلم متفرد وكاشف، فإنه يحمل في صلب مبادئه أدوات تأويله وتفسيره، ولذلك نجده يتساءل: "هل ينبغي أن يكون العلم بأسره قابعًا على مقربة من قلب الأشياء وماهيتها حتى تولد الفلسفة الخاصة به؟ [ويجيب] إنها فلسفة المعرفة قطعًا، أوليست متطلبًا شرطيًّا وقبْليًّا لأي مشروع فلسفي"[8].

وهنا، لا ندري على نحو جازم، ما يرمي إليه أومنيس في توقه إلى تأسيس فلسفة علمية، تقوم على ما خلصت إليه نظرية الكوانتُم من نتائج افتراضية غير يقينة، فإما أن يكون قد استدعى الفلسفة إطارًا مرجعيًّا ناظمًا لهذا التشتت المريع الذي أفضت إليه احتمالات النظرية الكمية، وإما أنه يبغي ابتكار مفاهيم نظرية وفبركتها بالمعنى الذي عرفه جيل دولوز وفيليكس غتاري في كتابهما **ما هي الفلسفة؟** (*Qu'est-ce que la philosophie?*)، في قولهما إن الفلسفة ليست مجرد فن تشكيل مفهومات وابتكارها وفبركتها، فالمفهومات ليست بالضرورة أشكالًا أو اكتشافات أو منتوجات، لأن المفهومة يجب أن تُخلق، وهي بالتالي تستدعي الفيلسوف بما هو يمتلكها بالقوة: "الفلسفة لا تتأمل، ولا تتفكر ولا تتصل، مع أن عليها أن تخلق مفهومات لهذه النشاطات والأهواء. فالتأمل والتفكر والاتصال ليست فروع علم، بل أدوات لصنع الكليات في جميع فروع العلم [...] كل عملية خلق هي فريدة، والمفهومة بما هي خلق فلسفي بحت هي دومًا فرادة. مبدأ الفلسفة الأول هو أن الكليات لا تُفسر شيئًا بل يجب أن تفسر بذاتها"[9].

وهنا نجد أن المنحى الذرائعي لتفسير غاية الفلسفة بأنها فعل ابتكار مفاهيمي يصنع كليات لا تفسر غير نفسها، لا يتلاءم أبدًا مع المبتغى العملي-البراغماتي، الذي رمى من خلاله أومنيس إلى توحيد الإطار النظري لفيزياء الكوانتُم في نطاق مرجعية جامعة، تتآلف في داخلها النسبية العامة مع النظرية الكمية، لتشكّل منظومة موحدة باستطاعتها أن تفسر المظاهر المتعددة والمختلفة.

(8) أومنيس، ص 306.

(9) جيل دولوز وفيليكس غتاري، **ما هي الفلسفة؟**، تعريب جورج سعد (بيروت/ باريس: دار عويدات الدولية، 1993)، ص 16.

وبمناسبة الكلام على الاختلاف، لا يسعنا في هذا السياق سوى التذكير بأن الجذر النظري لنشأة فلسفة الاختلاف يقوم على الإحباط الناجم عن إخفاق العقل كإطار مرجعي موحد، في تفسير التعدد والاختلاف. وهذا يحاكي ربما، بشكلٍ أو بآخر، تبعثر فيزياء الكوانتُم أمام اختلاف نظرياتها، المتماسكة كل منها على حدة، ولكن لا يمكن جمعها معًا في نظرية موحدة[10]. فحينما أرادت أن تتيقن من جميع العمليات الفيزيائية-الكيميائية التي تحدث على المستوى الذري وما دونه، اصطدمت بحائط اللايقين، الأمر الذي يسمح بإطلاق مجال التأويل، إلى ما يتيح الإدلاء بوجهة النظر التي تقول باحتمالية[11] الارتكاز على الاختلاف والتعدد والتنوع كمبدأ نظري أساسي في التفسير والتعليل، حتى حيال المعارف غير العلمية على شاكله "التصور الأركيولوجي لتاريخ المعرفة الذي لا يُبرز سوى الانقطاعات والانفصالات بين الكتل التاريخية التي يحللها. إنه يؤكد أن الانفصال والانقطاع هو القانون الأسمى الذي تخضع له الإبستميات"[12].

وهنا لا نود إعمال وجهٍ مِن وجوه التأويل، حيال ما يمكن استنطاقه من هذا الكلام الفلسفي الجديد بشأن الانقطاعات والانفصالات بين الكتل التاريخية، في مسار المعرفة، رغم أن ثمة تشابهًا، أو الأحرى تجانسًا بين مبدأ الانقطاعات والانفصالات الفجائية لتفسير اللاحق بالاستناد إلى السابق، ما يدحض منطق التواصل والتطورية والعلائقية الحتمية بين القديم والجديد، لا حيال المعرفة في العلوم الإنسانية فحسب، بل في العلوم التطبيقية وفي فيزياء الكوانتُم، حيث نجد أن استنتاجات النظرية الكمية محكومة بمبدأ الانقطاعات والانفصالات، إذ هي

(10) تُعتبر ميكانيكا المصفوفات لهايزنبرغ نظرية متماسكة، والميكانيكا الموجية لشرودنغر نظرية متماسكة أيضًا، على الرغم من أن الأولى تصف المواضع الاحتمالية للإلكترون على أنه جسيم، أما الأخرى فتصف الدالة الموجية للإلكترون، حيث تعتبره موجة.

(11) تغير المسطح الإبستيمولوجي لمفهوم الاحتمالية بين الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء الكمية. فإن الاحتمال في الفيزياء الكلاسيكية هو احتمال ذاتي، أي يدور في مسطح الذات العارفة وطبيعة معرفتها، أما في ميكانيكا الكم، فهو احتمال موضوعي، أي يدور في مسطح موضوع المعرفة وطبيعته.

(12) عبد الرزاق الدواي، **موت الإنسان في الخطاب الفلسفي المعاصر: هيدجر، ليفي ستروس، ميشيل فوكو** (بيروت: دار الطليعة، 1992)، ص 150.

توقفت عن إنتاج أي جديد لما يقارب عقودًا ثلاثة، حتى تمخضت عن نظريات الأوتار التي تحاول أن تكون نظرية موحدة لكل الفيزياء[13].

بناء عليه، من البديهي جدًّا، بحسب ما ذهب إليه المفكر عبد الرازق الدواي، أن التصور لتاريخ المعرفة كأنماط من النظام التي تتعاقب بشكلٍ يجعلها متغايرة جذريًّا ومنفصلة، يلتقي مع الاتجاه الفلسفي المعاصر الداعي إلى تقويض هوية العقل البشري، لأنه يكشف عن تجانس أصلي، وعن تنافر أساسي في مسار المعرفة والعقل، إذ إنه يعمل على تدمير مفهوم الحقيقة كبناء مستمر، ويُفقد الثقة في الوعي وفي الموضوعات التي يكوّنها تنظيم معيَّن للمعرفة.

ويعزو السبب في ذلك إلى أن ثغرات الزمان المعرفي وانقطاعاته لا تسمح البتة للفكر الحالي والمعاصر بأن يعتبر نفسه يقول الحقيقة بعمقها، مقارنة بالفكر السابق. ويختم بالقول إن جِدة الفكر الراهن لا تجد وراءها إلا الفراغ الرهيب للاختلاف[14].

في هذا الصدد، نجد أن التنافر بين العقل والمعرفة طغى بشكل جلي، على صعيد العلم من خلال نواتج نظرية الكوانتُم، حتى أنه بدأت تلوح بوادر التشكيك في المنطق العلمي برمّته، الذي إما غرّه الإنجاز التقني الذي بلغ حدود اللامعقول، وإما أن الاستدلال العلمي يقوم أصلًا على منطق محدود، لا يسمح بالنفاذ إلى ما هو أبعد من العيني والمباشر، إلا على سبيل الافتراض التصوراتي الذي يفتح بدوره مجالًا أمام الفلسفة، التي لا يستثيرها سوى ابتكار إطار نظري لهداية السير في عتمة الميتافيزيقا.

ثالثًا: الازدواجية في فيزياء الكوانتُم

إذا قمنا بتنقيب جذري في البنيان الفلسفي، نجد أن السمة البارزة للفلسفة هي الجمع بين التناقضات، على نحو ما لا نجده في العلم بشكل عام والفيزياء بشكلٍ

(13) يتحدث لي سمولن في كتابه **مشكلة الفيزياء** عن جمود الفيزياء 30 عامًا سبق التنظيرات المتهافتة لنظرية الأوتار.

(14) الدواي، ص 154. وتتكرر هذه الفكرة في صفحات عدة من المرجع نفسه، ص 126-151.

خاص. إلا أن فيزياء الكوانتُم، ونظرًا إلى تجاوزها القواعد المنطقية التي حكمت صيرورة العلم، تنحو منحى الفلسفة في قدرتها على احتواء بعض المزايا المزدوجة.

1. فيزياء الكوانتُم بين النزعة التجريبية والنزعة الميتافيزيقية

قد تقف الميتافيزيقا هنا على طرف نقيض من التجريبية، التي تستجديها النظريات الفيزيائية، عند اختبار مدى تطابقها مع الواقع المتعين أمام الحس التجريبي وأدوات رصده. وما ذهبت إليه عالمة الفيزياء بريجيته فالكينبورغ (Brigitte Falkenburg) في كتابها **ميتافيزيقا الجسيمات - دراسة نقدية لواقعية ما دون الذرة** (*Particle Metaphysics - A Critical Account of Subatomic Reality*) يتقاطع مع ما أسلفنا ذكره: "بالنسبة إلى فلسفة العلم التجريبية في القرن العشرين، فإن الميتافيزيقيا نسق من القضايا القبْلِية (a priori) عن العالم. ومن وجهة النظر التجريبية، فإن الميتافيزيقيا هي نقيض التجريبية. وتُعد رؤية كانط للميتافيزيقيا كتفسير لعالم غير رياضي وغير تجريبي، دعامة هذا الفهم للمتافيزيقيا"[15].

وفي هذا السياق، قد يُعاد إحياء التصور الميتافيزيقي للعالم الموجود خارج مدار اختباراتنا الحسية، حالما نصطدم بمعوق يماثل السد الإبستيمولوجي الذي انشطرت بفعله فيزياء الكوانتُم إلى شطرين، بعد أن تبيَّن أن الجسيمات دون الذرية تتصف بميزة خاصة تسمح لها بالتصرف المزدوج، كحال الإلكترون الذي يتصرف كموجة في بعض الأحيان، وكجسيم في أحيان أخرى، كما سبق أن أسلفنا، الأمر الذي دفع أينشتاين إلى التعليق على هذه الازدواجية قائلًا: "يبدو كما لو أنه يتعين علينا استخدام إحدى النظريتين أحيانًا والأخرى في أحيان أخرى، على حين يمكن استخدام أيهما في أوقات أخرى. إننا نواجه نوعًا جديدًا من الصعوبة، فلدينا صورتان متعارضتان للواقعية، لا يمكن لأي منهما أن تفسر بشكل كامل ظواهر الضوء، ولكن بإمكانهما ذلك معًا"[16].

---

(15) بريجيته فالكينبورج، **ميتافيزيقا الجسيمات: دراسة نقدية لواقعية ما دون الذرة**، ترجمة نبيل ياسين البكري وأحمد حمدي مصطفى (القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2017)، ص 45.

(16) وردت مقولة أينشتاين هذه في أكثر من مرجع ومصدر، مع أن الصيغة التي استُخدمت أعلاه مأخوذة من المرجع نفسه، ص 24.

وهنا يقع لب المشكلة في فيزياء الكوانتُم؛ إذ كيف يمكن تفسير ظاهرة فيزيائية واحدة انطلاقًا من مرجعيتين متجاورتين؟ وما هو المعيار الذي يمكن الرجوع إليه لحسم التذبذب غير المحسوم في حقل إبستيمولوجي رهيب، أثار شهية الافتراض النظري والاحتمال المبني على ما لا يمكن تصنيفه في خانة الواقعية العلمية، ما دامت النظرية الكمية باتت تقتصر على تصورات نظرية من النوع الذي يتعذّر التحقق من صحته على وجه الدقة واليقين، عبر التجربة.

لقد دخلت الفيزياء مجدَّدًا، وبفعل التحول الذي فرضته احتمالات النظرية الكوانتية، في نقاش الأهلية المنهجية لبعض المصطلحات المستعملة في حقلها الإبستيمولوجي، الذي يتسم بخاصية الاختبار والتجريب، وبهذا المعنى، فإن الواقعية العلمية لا تشبه التجريبية المنطقية. واستكمالًا، يستخدم الفلاسفة كلمة واقعي بطريقة تختلف جوهريًّا عمّا يفعله العلماء حين يتحدثون عن وصف واقعي للظاهرة أو النسق، إذ "يسبغ العلماء صفة الواقعية على النموذج النظري حين يكون جيدًا، أي إذا لم يكن مؤسَّسًا على تصورات مثالية (وغير واقعية)، على حين يجد النموذج نفسه تأويلًا واقعيًّا على يد الفلاسفة إذا ما كان له دلالة [...] تنصبّ اهتمامات فيلسوف العلم على ما إذا كانت نظرية ما تشير إلى شيء في الطبيعة أم لا. من ناحيته، يتساءل العالِم عن كيف يقدم النموذج وصفًا جيدًا للنظام الذي يشير إليه"(17).

ثمة تأويل مشروع هنا يلائم حاجة ذرائعية عند الفيزيائية فالكينبورغ لإقامة فرق بين طبيعة عمل الفيلسوف وطبيعة عمل العالم الفيزيائي، كانت قد استمدته من خضم توصيفات كثيرة، لم تجزم تنوعها في وضع حدودٍ صارمة بين نطاق التفلسف ونطاق العلم، أقله في عصرنا الذي باتت فيه الفلسفة تنحو منحى النظر في الحيّز الذي أُهمل النظر فيه.

---

(17) المرجع نفسه، ص 53-54. يقدّم آرثر فاين (Arthur Fine) مقاربته الأنطولوجية الطبيعية من أجل استبعاد المشكلات الزائفة، "لذا، فحين يتفق الواقعي وضد-الواقعي على سبيل المثال بشأن أنه بالفعل ثمة إلكترونات، وأنها تحمل بالفعل وحدة شحن سالبة، وأن لها بالفعل كتلة صغيرة (حوالى $9,1.10^{-28}$ غرام)، فإن ما سوف يود الواقعي أن يضيفه هو التأكيد على أنها كذلك بالفعل. 'بالفعل، ثمة إلكترونات حقًّا'". نقلًا عن: المرجع نفسه، ص 53.

2. فيزياء الكوانتُم بين المجرد والواقعي

مرة أخرى، نجد أن استدعاء الفيزياء للفلسفة التي يتسم حقلها الإبستيمولوجي بخاصية النظر في الذي يُستعصى تجريبيًّا، ينم عن حاجة علماء الفيزياء إلى وصل تجريبية العلم بالنطاق المنطقي لتصورات، يتعذر تجريبها في النظرية الكوانتية.

بناء عليه، قلّما انغمس باحث في فيزياء الكوانتُم من دون أن يلجأ إلى الاستعانة بمفاهيم فلسفية تساعده على المواءمة بين التجريب المتحقق في الفيزياء الكلاسيكية والتجريد النظري لفيزياء الكوانتُم. ولأن العلاقة بين العلم والفلسفة، بمعنى التجريب والتجريد، علاقة احتدام تاريخي محكوم بجدلية الاتصال والانفصال الدائمَيْن، فإننا نجد أن مقاربة فيزياء الكوانتُم من منظور فلسفي تحاكي الشق الذي تعذرت فيه التطبيقات العملية للفيزياء، من ناحية اختبار تصوراتها الافتراضية، على الرغم من تفوقها في كثير من مجالات الذكاء الاصطناعي في السنوات الأخيرة(18).

فانطلاقًا "من وجهة نظر براغماتية، ترى فالكينبورغ أن معظم العلماء واقعيون من وجهة نظر الفلاسفة؛ ففي الممارسة الفيزيائية يتصرفون عادة كواقعيين حين يصنعون النماذج ويقومون بالتجارب. أما في مراحل العلم العادي، فإنهم لا يضعون نظرياتهم ومدلولات مصطلحاتهم النظرية موضع البحث. فهذه المدلولات ليست على المحك إلا من حيث ارتباطها بمفاهيم فيزيائية معيّنة لم يتم التحقق منها بعدُ عن طريق التجربة"(19).

إن الافتراض القائل بأن الفلسفة لا تعدو عن كونها نظرًا تجريديًّا في ما يمكن أن يكون عليه واقع الحال، حكم نظرة معظم الباحثين في غمار العلم، الذين انتهجوا نهجًا متوجسًا من الفلسفة، لأنهم لم يستطيعوا أن يتخلصوا من نطاق التعريف التقليدي للفلسفة كما جاء على لسان أرسطو. هذا في حين أن للفلسفة

---

(18) "الفيزياء الفلكية: توسع الأبحاث مع دخول التكنولوجيا الحديثة"، **عرب 48**، 14/ 6/ 2023، في: https://tinyurl.com/5n766csp

(19) فالكينبورج، ص 54. (يصدق هذا على وظائف الموجة الميكانيكية الكمية، وحُزم الموجة التي يوظفونها في النماذج المادية لفيزياء الكم ويعدونها في تجاربهم).

مجالًا للنظر في مدى الاتساق المنطقي، في كل نظرية، أكانت متخصصة في العلوم الطبيعية أم في العلوم الإنسانية. وليس ذلك لأن أساس منبتها قائم في التحيّز الذي يجعلها متفردة في وضع مفاهيم وإبداع نظريات فحسب، بل لأن الفلسفات المعاصرة باتت أيضًا رفيقة للعلوم ومتلازمة معها إلى درجة أنه ما عاد مستحبًّا فيها تموضعُها في الطرف المقابل مع العلوم التطبيقية.

فالقول بالتجريدي والتطبيقي، والواقعي والتجريدي، يتماثل مع مانوية الجسد والروح، الخير والشر، الطبيعة وما وراء الطبيعة... وما إلى هناك من ثنائيات انقلبت عليها الفلسفة المعاصرة إلى حد بات فيه تفحصها منصبًّا على مدى واقعية النظر في القضايا اللاواقعية، لينفتح بمؤدى ذلك مجال التأويل الفلسفي الذي تأسس على قاعدة الإقرار بواقعية وجود موضوعات وظواهر غير منفصلة عن واقعية رؤية الذات لها، ليس بالمعنى الذي ذهبت إليه واقعية كانط النقدية، التي وضعت حدًّا فاصلًا بين المابَعدي والماقبْلي، في تحليله حدود العقل وتناهيه الذي "أبان أن الزمان والمكان والمقولات والمبادئ القبلية ليست في حد ذاتها تمثلات، وإنما هي شروط وبنيات قبْلية لها، تسمح بإمكانية المعرفة بالنسبة للإنسان، وفي الوقت نفسه تضفي عليها طابع المحدودية والتناهي. لقد كشف النقد الكانطي بطرحه لإشكالية أسس التمثل ذاته عن هوة عميقة تنفصل بين الوجود والتمثل"[20].

فالفلسفة اليوم تجاوزت ما قبْلية كانط وما بَعديته إلى الحد الذي يجعل من التداخل بين الماقبْلي والمابَعدي مجالًا لتأويل مدى التفاعل بين حالة الناظر (الذات) والشيء المنظور إليه (الموضوع).

وبذلك قوّضت الفلسفة المعاصرة، التي جمعت ما بين روادها المتنوعين، من هيرمينوطيقا هايدغر وريكور إلى أركيولوجية فوكو وغراماتولوجية دِريدا، على مسطحٍ إبستيمولوجي واحد، قد لا تكون له تسمية غير الصفة التي صارت تبعث على الإحباط، من الآمال التي كانت قد عُلقت على نتائج العلوم الكلاسيكية، وعلى فيزياء الكوانتُم التي تساوقت ولادتها مع انقلاب الفلاسفة

(20) الدواي، ص 163.

الريْبيين (ماركس، نيتشه، فرويد...) على المبادئ الكلاسيكية للعقل النظري الذي تأسس على ثنائيات قاطعة، تقف عند كليتها حدود الاتصال والانفصال اللذين شكّلا فهمنا للظواهر الطبيعية وغير الطبيعية.

فمثلما اقترن النظر في الفلسفة عند العلماء، الذين ابتسروا تاريخ الفلسفة وقزّموا مآلاتها، بما صار يُعرف بالمفهوم الكلاسيكي لعلاقة الذات بالموضوع من جهة، والتجريد بالتجريب من جهة أخرى، فإن الفهم العلمي للفيزياء المعاصرة يعاني الآفة ذاتها أيضًا، بعد أن أخفق القياس التقليدي المعتمد في الفيزياء الكلاسيكية من التقاط سر النظرية الكوانتية على أساس مرجعية موحدة تتسق فيها النسبية العامة وتتآلف مع النظرية الكمية في منظومة منطقية مفهومة ومحددة.

في هذا السياق، نفهم علّة تركيز فالكينبورغ على الانفصام المنهجي الذي لا تستطيع المعادلات الكلاسيكية للفيزياء أن تتناظر فيه، إنْ على مستوى الإحصاء أو على مستوى التحليل، مع الظواهر الكمومية. ونجد هذا التعبير يتكرر مرارًا في كتابها (ص 53-97) على ما يمكن تلخيصه بالعبارة التالية: "وفي الواقع فإن أية ظاهرة كمية، وخصوصًا قياسات فيزياء الجسيمات، لا تفترض مقدمًا ... وجود عالَم بالشكل الكلاسيكي"[21].

وليس ذلك لأن فيزياء الكم تقتصر على افتراضات نظرية بحتة، ولا لأن الجسيم تحت الذري يتسم بطبيعة طيفية يتعذر التدليل على غرابتها بمنطق القياس الحسي-التجريبي فحسب، بل أيضًا بسبب تشكّل احتمالاتٍ تندرج بدورها في سُلّم احتمالات النظرية الكمية، التي قد تنتمي إلى مسطح مغاير، ربما، لِما اعتدنا على قياسه بمنطق قياس العلّة والمعلول. وعلى نحو ما، أوضح إرنست كاسيرر أن ميكانيكا الكم ليست متوافقة مع المفهوم التقليدي للجوهر، أي مبدأ نسبة الصفات إلى حامل الصفات، ولا مع مبدأ العلية في الاستخدام الشائع للنظم الفردية والعمليات. هذه المبادئ التقليدية تنتمي إلى عالمنا الكلاسيكي[22].

---

(21) فالكينبورج، ص 95.

(22) المرجع نفسه، ص 91-92.

ولعل مقصده بشأن الجوهر يتقاطع مع ما قاله باولي، أحد فيزيائيي نظرية الكم، بأن ليس للإلكترونات جوهر، فهي تتألف من صفاتها لا من شيءٍ آخر، وليس لها نواة تحافظ على هويتها وتلتصق عليها صفاتها كما تعلَّق الثياب في الخزانة[23].

وعلى صعيد متصل، فإن مبدأ العلية قد نُسف مع النظرية الكمية، لأن جميع المظاهر الكونية التي تحصل ليس لها ما يبررها مسبقًا، وليس لها أسباب ترتبط بها عضويًّا. من هنا، كانت النظريات الفيزيائية التي تصف الكون بأنه منظومة تحكمها العشوائية، أو بما بات يسمّى مفهوم "الإنتروبيا"[24]. وكان حلول القوانين الإحصائية مكان مفهوم السببية الذي تغيّر مع انبلاج عصر الفيزياء الحديثة[25].

لكن ذلك لا يعني عزوف الفيزيائيين عن إيجاد أسباب منطقية تربط بين المنظومات غير المتسقة. لذلك، يُعَد مبدأ المتغير الخفي، الذي استنبطه ديفيد بوم (David Bohm) لحل معضلة الانشطار المرجعي، بين النسبية العامة والنظرية الكمية في الفيزياء المعاصرة، بمنزلة تنصُّل من مهمة معقدة تحتاج إلى أكثر من تقديم حلول غير تامة، كالاعتبار بأن ثمة شيئًا لم نتمكن من رؤيته أو تحديده يتحكم في تحديد مسار الجسيمات تحت الذرية، فهذا فعل إيمان يماثل اعتقاد المؤمنين بوجود خالق يدير من غير أن يكون لدينا قدرة على رؤيته ولا على ملامسة كينونته.

فإذا كانت القياسات الكمية تُظهر أن جُسيمات ما تحت الذرّة ليس لها مسار متصل بالمعنى الكلاسيكي، "فالقيم الخاصة بالموضع وكمية الحركة لا يُمكن قياسها معًا بطريقة تؤدي إلى قيم محددة. إنها تندرج تحت علاقة عدم التعين

(23) Arthur March, *La physique moderne et ses théories*, Serge Bricianer (trad.) (Paris: Gallimard, 1965), p. 214.

(24) عُرِّف هذا المفهوم في الفهرس العام للكتاب. وللتوسع فيه يُنظر: فلاتكو فيدرال، **الواقع الذي نحياه.. وكيف نفكك شفرته: نظرة للكون كمعلومات كمومية**، ترجمة عاطف يوسف محمود (القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2016)، ص 36.

(25) March, p. 187.

لهايزنبرج، ووفقًا لها فإن سلوك الجُسيمات دون-الذرية لا يمكن تحديده بشكل كامل. فتصف نظرية الكم فضاءها المنطقي من الخصائص في فراغ هيلبرت"[26].

رابعًا: فيزياء الكوانتُم، تجاوزٌ معياري للفيزياء الكلاسيكية

إن الاجتهادات التي فتحت باب الإدلاء بآراء افتراضية في ما يمكن أن يتحكم في الجسيمات دون الذرية أو يسيّرها، قد يحصل معظمها بمؤدى الاستدلال المنطقي الذي ينتمي جلّه إلى المعرفة الكلاسيكية بالموضوعات التي طبقت عليها مبادئ الفيزياء الكلاسيكية، حتى المخطط التمهيدي لتفسير المعيار الاحتمالي لميكانيكا الكم الذي قدّمه بورن عام 1926 (والذي انطلق منه هايزنبرغ في مبدأ اللايقين)[27]، في أولى رسائله الشهيرة بشأن ميكانيكا الكم للتصادم، كان قد تساءل بالعقل عمّا "إذا كان مجال الكم يعرض لـ'تناغم مؤسَّس قبْليًّا'، ووفقًا لذلك فإنها ليست بأي حال ناتجًا للمصادفة أن تتفق نظرية وتجربة مع الافتقار للظروف العلية لعملية كمية فردية"[28].

وحتى بورن نفسه قد استعان، رغم وجاهة احتماله المثير للجدل تجاه مبدأ التناغم الذي ينتمي إلى أوليات التفكير الشرطي، بمفتاح مفاهيمي رئيس من منظومة الفلسفة الكانطية، القائلة بأن ثمة معرفة قبْلية تشكّل شرطًا للمعرفة البَعدية، المحدودة بحدود فهمنا، أو الأحرى محدودة بحدود تناهي وعينا الذي تتمثل فيه الذات الموجودات المتعينة، في نطاق شروط قبلية تسمح بإمكانية المعرفة التي تكبحها الهوة الفاصلة بين الوجود بما هو موجود، وإدراكاتنا التي تمثل إحساسنا بالوجود ووعينا بالموجود.

إن التناغم الذي نعتقد إدراكه والذي يشكّل شرطًا للتفكير في فيزياء الكوانتُم، كما جاء مع بورن، هو أيضًا بمثابة افتراض صوري بحت، لا يتماثل مع الزمان

---

(26) فالكينبورج، ص 85. فراغ هيلبرت هو مفهوم رياضي يتجاوز السطح الإقليدي ذي البعدين والأبعاد الثلاثة لأي فراغ إلى فراغات لها عدد محدود وغير محدود من الأبعاد.

(27) Niels Bohr, *Physique atomique et connaissance humaine*, Edmond Bauer & Roland Omnès (trad.), Revue par Catherine Chevalley (Paris: Gallimard, 1991; [1961]), p. 204.

(28) فالكينبورج، ص 87.

والمكان اللذين شكّلا شروطًا قبْلية للتفكير في الموجودات عند كانط، إلا من حيث الاستعارة الشكلية.

ذلك أن التناغم المؤسَّس قبْليًّا يؤكد وجود قاعدة مفقودة، أو مبدأ غير مدرَك، على سبيل الافتراض القائل بأن الموجودات تتناغم بصورة منتظمة، وبشكل لا يشبه انتظام تفكيرنا بالظواهر والأشياء، على أساس مبدأ العلية والجوهر. وهذا مبدأ فلسفي قديم قدّمه أرسطو وردّده من بعده ابن رشد في معرض تدليله على أن الوجود لا يمكن إلا أن يكون على شاكلة الموجود المطلق، متناغمًا منسجمًا متآلفًا مع المنطق الذي يتيح قياس انتظام عقلنا، على ما يمكن أن يُستدل عليه من انتظام وتناغم موجود بالقوة في هذا الوجود.

وهنا نعود مرةً أخرى إلى إحياء النظر في معقولية الواقعية[29] كمنهج استدلال نظري، بالمعنى الذي نذهب فيه إلى الاتفاق على أن الواقع أم العالم الخارجي موجود وفق انتظامات محددة، بغض النظر عن إدراكنا له في حقيقته. وإن كنا عاجزين، في لحظة تاريخية، عن تفحص حركة جسيماته الذرية ودون الذرية وتقديرها، فإنه موجود بالقوة، لكن محدودية قدرتنا حالت دون إدراكه بالفعل. هذا ما يشير إليه بورن صراحة في افتراضه وجود مبدأ تناغم قبْلي لحركة الجسيمات دون الذرية. وهذا التناغم يشكّل شرطًا مبدئيًّا لفهم احتماليات النظرية الكمية، أو قُلْ يشكل فضاء خاصًّا لحركة متناغمة في عالم الجسيمات دون الذرية.

يتفق معظم الباحثين الفيزيائيين، وأخصهم سمولن في كتابه **مشكلة الفيزياء: نهضة نظرية الأوتار وانحدار العلم وما يأتي لاحقًا**، وفالكينبورغ في كتابها **ميتافيزيقيا الجسيمات**، على ما تثيره فيزياء الكم من انقلاب جذري على طرف النظر التقليدي للفيزياء الكلاسيكية، بحيث يعتبر سمولن أن إحدى المشكلات التي أفسدت النظرية الكوانتية من البداية هي مسألة العلاقة بين الواقع والشكلية (Formalism).

---

(29) لعل تلازم هذين المفهومين يقودنا بطريقة عفوية إلى المنطق الهيغلي الذي يرتكز على مبدأ أن "كل ما هو عقلي هو واقعي وكل ما هو واقعي هو عقلي". لكننا لن ندخل هنا في تفصيل هذا المبدأ ومقاربته مع ما ذهب إليه كلٌّ من سمولن وفالكينبورغ، لأن هذه المسألة تحتاج إلى شرح مسهب يتناول فلسفة الفيلسوف الألماني هيغل المعقدة.

فالواقع التقليدي لعلماء الفيزياء لا يتغير في غياب المراقب. وبناء عليه، يجب أن تكون الفيزياء أكثر من مجموع صِيَغ تتنبأ بما سوف نرصده في تجربة ما، كما تفعل ميكانيكا الكوانتُم، التي لا تتلاءم بسهولة مع الواقعية، لأنها تفترض بشكلٍ مسبق انقسام الطبيعة إلى جزأين: في الجزء الأول هو النظام الذي يجب رصده، وفي الجزء الآخَر الراصدون[30]. ويضيف: "تحتوي اللغة الكمية هذه على أفعال تشير إلى تجهيزاتنا وقياساتنا، وأسماء تشير إلى ما نراه عندئذ. وهي لا تخبرنا بأي شيء عن ما [كذا] يكون عليه العالم في غيابنا"[31].

ذلك يعني أن بداهة النظر في الموجود تشترط وجود عالمٍ منفصل عنا، وعن الطبيعة الفطرية لقياسات الإنسان المنطقية منذ أن شرع في تفسيراته الفيزيقية، وهي تدل على أن ثمة انتظامًا مبدئيًّا في حركة الأجسام المادية، استنبط منها قواعد أرست مبادئ الفيزياء الكلاسيكية. لذلك، فإن الاقتراح الصوري القائل بأن ثمة تناغمًا مؤسَّسًا قبْليًّا لحركة الجسيمات دون الذرية، يحيل المشكلة إلى عجزنا عن إدراك نوع تلك المعرفة، فهي من صنفٍ ينتمي إلى مصطلح آخر له شروطه التي يتحدد في فضائها الحيّز المعرفي غير المدرَك، إلا على نحوٍ احتمالي.

إن العلّة المنهجية لفيزياء الكوانتُم، بحسب شروحات سمولِن، تتواءم مع ما ذهبت إليه فالكينبورغ في قولها إن "قوانين الفيزياء التقليدية ونظرية الكم يختلفان [كذا] اختلافًا بيّنًا في المدلولات اللفظية الفيزيائية، فالمدلولات اللفظية للفيزياء التقليدية مرتبطة بالمقاييس المعروفة للطول والزمن والكتلة، والمدلولات اللفظية لنظرية الكم مرتبطة بالتفسير الاحتمالي الأدنى، غير المثير للجدل، والذي طبقًا له يكون المعنى الفيزيائي فقط لدالة الموجة في ميكانيكا الكم (أو المحتوى التجريبي للنظرية) يقع في القِيَم المتوقعة لمشاهدة ميكانيكا الكم"[32].

(30) سمولن، ص 48-49.

(31) المرجع نفسه.

للتوسع في هذه الفكرة، يمكن الاطلاع على ما يشير إليه ميشيو كاكو، في كتابه **فيزياء المستحيل**، ترجمة سعد الدين خرفان، سلسلة عالم المعرفة 399 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2013)، ص 276، إلى فكرة الاحتمالات التي تُبنى عليها نظرية الكوانتُم، ويقارنها بفيزياء نيوتن التي قدمت إجابات محددة عن حركة الأجسام.

(32) فالكينبورج، ص 339.

وتضيف فالكينبورغ أن علم الوجود في الفيزياء الكلاسيكية يتكون من جسيمات وموجات في الفراغ والزمان، أما علم الوجود في فيزياء الكم فغير واضح، و"طبقًا للتفسير الاحتمالي الأدنى، فعلم الوجود لنظرية الكم ليس إلا دوال موجية احتمالية وقِيَم نظرية توقعية كمية تعبّر عن احتمالية مشروطة [وهنا يقع اختلاف شكلي حاد لأن] كميات الفيزياء الكلاسيكية يتم تمثيلها بدوال حقيقية القيمة. ولكن الكميات في ميكانيكا الكم، يتم تمثيلها بمعامل قيم مقاسة"[33].

من هنا كان من الطبيعي أن يصل مسار فيزياء الكوانتُم إلى المفترق الذي غيّر منهجيًّا من وجهة السيرورة التاريخية للفيزياء الكلاسيكية، التي كانت قد تأسست على قواعد ومعادلات، اختُبر فحواها ومدى موثوقيتها بعد أن أَخضعت الظواهر المستهدفة لتجارب كثيرة، تبدلت فيها وضعيات التجارب إلى أن استقرت على قاعدة بيانات إحصائية، على شاكلة الخلاصات التي استنتجت قانون الجاذبية مثلًا، المطبَّق في قياس مستوى القوة الطاردة والقوة الجاذبة على الظواهر الفلكية، في حين أن مقاييس نظرية الكم تبقى على وجه احتمالي، وتتصل باللحظة الحاضرة، بالمعنى الفينومينولوجي لتقديرات تستدعي أسئلة أنطولوجية، عمّا يمكن أن تؤول إليه التفاعلات الجدلية بين ذات الباحث وموضوع بحثه.

(33) المرجع نفسه، ص 340.

الفصل العاشر

فيزياء الكوانتُم تدخل من باب التأويلات الواسع

بمجرد أن يُعترَف بالوضعية المستحدثة للذات، وهي وضعية ذات تمثلات وفهم مؤثر في تحديد ماهية الأشياء المفهومة، لا بد من أن تنحو كل محاولة في قراءة فيزياء الكوانتُم منحى التنظير الفلسفي، المهتم بالكشف عن محدودية قدرة الإنسان المتناهية حيال اللاتناهي في هذا الوجود الكلي.

جاء هذا الأمر بمقتضى تعارض نظرية الكوانتُم مع الواقعية في الفيزياء الكلاسيكية، القائمة على تقاليد، تأسست بموجبها معايير دقيقة تميز بين الواقعي والفعلي، أو الموجود الذي لم نتحقق منه، والموجود الذي تحققنا منه.

ولأن الذات تتغير وضعيتها وتتبدل انفعالاتها، وهي ذات تمثلات خاصة حيال تفكُّرها بالأشياء الموجودة، سيتبدل فهمها للموضوع كل مرة. في المقابل، فإن التصورات الاحتمالية لميكانيكا الكوانتُم أيقظت ذاتيتها الخاصة، التي لم تترك مجالًا للكلام على إدراكٍ مجرد لفعل التجربة في الزمكان، ليس بالمعنى الذي عيّن فيه هايدغر استفساراته الأنطولوجية على مبدأ التلازم القائم بين التفكير في الوجود والتفكير في موجوداتٍ يستحيل ألّا تكون في زمان ومكان محدَّدَيْن.

وقد تهافت الباحثون والمفكرون المعاصرون على تأويل جانب من جوانب النظرية الكوانتية، أو الحالة التي تختص بالجسيمات ما دون الذرية، علّهم

يقاربون تلك الطبيعة المتذبذبة التي لا تستقر على هيئة واحدة، فيضعون مراحل تأويلية لتلك الجسيمات وفق نوع من الفوضى المنظمة التي ينساب فيها الجسيم من حالٍ معقولة إلى حالٍ غاية في الغرابة.

يشير الباحث يحيى محمد إلى أربع مراحل تأويلية للشيء الجسيمي وفق العلاقة التالية: إمكان، فوجود، فتعدد مضاد، ومن ثم تعدد بلا حدود. "ويتراءى للقارئ لأول وهلة بأن هناك تأويلات عديدة حول طبيعة الشيء أو الجسيم حتى لدى الشخصية الواحدة أحيانًا. وقد تكون الأطروحات التأويلية أربعة [كذا]، وإن أمكن رد بعضها للبعض الآخر، كما سيتضح كالتالي:

1- الشيء غير محدد في موضع ما أصلًا، وفقًا لطبيعته الاحتمالية، مما يعني وجود عالم موضوعي غير عالم الواقع، وهو ما نطلق عليه عالم الإمكان.

2- الشيء موجود هنا وهناك، وهو ما يفارق البديهة العقلية التي تقول بأن الشيء إما أن يكون هنا أو هناك، ومن المحال أن يتصف الشيء بمكانين مختلفين في الوقت ذاته. فرغم أن الشيء واحد لكنه متعدد الموضع.

3- للشيء وجود تعددي مضاد، بمعنى أن الأمر ليس مجرد تعدد في الموضع، بل هناك تضاد في ذات الشيء، فهنا يظهر الشيء بصورة، وهناك بصورة أخرى مضادة، وهو ما يُعرف بوجود نسخ ونظائر للشيء.

4- للشيء نسخ متعددة بلا حدود، الأمر الذي تم تطبيقه على الكون، فأصبح الحديث الفيزيائي عن الجسيم يتحول إلى الحديث عن نسخ للكون غير متناهية العد والحساب"(1).

قد يكون من الطبيعي أن نقول، تعقيبًا على ذلك، إن الطبيعة الغامضة والمشوشة لفيزياء الكوانتُم تستدعي فن التأويل من أوسع أبوابه. فما بالنا إذا أتى هذا القول من باب الاعتراف على لسان الفيزيائيين الكبار، الذين جادوا ببعض النظريات الممكنة التي تسدل الستار على زمن القوانين النهائية والصيغ المكتملة.

(1) يحيى محمد، "نظرية الكوانتُم وظاهرة الغموض والتشويش"، موقع **فلسفة العلم والفهم**، في:
https://tinyurl.com/mexx8pvy

بعبارة أخرى، إن كل قارئ لهذه النظرية يجد صيغًا من التعابير المشوشة في تحديد ما تريد قوله من تأويل، رغم أن تطبيقات هذه النظرية ناجحة للغاية، وهو السبب الذي يجعلها قوية، بمعنى أنها صحيحة لكونها ناجحة وليس العكس. وقد كان هايزنبرغ يقول: "كلماتنا لا تسعفنا. وبالفعل إن كلمات أصحابها، وعلى رأسهم مدرسة كوبنهاكن تبدي أن هناك قفزًا وتطورًا في الفهم والتأويل من حالة إلى أخرى. فكل من يخضع تحت تأثير هذه النظرية سيجد نفسه أمام تأويلات كثيرة تتعلق بالعالم الجسيمي. وقد وقع زعيم هذه المدرسة نيلز بور في مثل هذا المستنقع المشوش، وهو ما جعل أينشتاين يصور النظرية بأنها قصة ناقصة تحتاج إلى إكمال أو تأويل تام. ويتراءى للقارئ لأول وهلة بأن هناك تأويلات عديدة حول طبيعة الشيء أو الجسيم حتى لدى الشخصية الواحدة أحيانًا"[2].

أولًا: هيرمينوطيقا فيزياء الكوانتُم (من خلال تأويلية ريكور وغادامير)

لعل النظر الفينومينولوجي تجاوز مبدأ التفكير في الميتافيزيقا، بعد أن سلكت الفينومينولوجيا سبيلًا لتفحُّص علّة تفكرنا الميتافيزيقي، انطلاقًا من بحثها في الوعي الظاهراتي واللاشعور، وكل ما من شأنه المساهمة في عملية تمثُّل موجوداتنا الحاضرة والماورائية وفهمها. يقول ريكور: "وإن بين الفينومينولوجيا والهرمينوطيقا لَقرابة عميقة إلى الحد الذي تسمح فيه بالقول إن الفينومينولوجيا هي بالنسبة إلى الهرمينوطيقا، الافتراض الذي لا سبيل إلى تجاوزه أو إغفاله"[3]، فإن الهيرمينوطيقا في رأيه فعل، وليست المسألة المهمة هي العثور على القصد الضائع خلف النص ولكنْ أن نبسط بإزائه "العالم" الذي يفتتحه ويكشف عنه، إذ يتجلى العالم كأفق لحياتنا ومشروعنا وليس كموضوعات يمكن التحكم فيها[4].

---

(2) المرجع نفسه.

(3) بول ريكور، **بعد طول تأمل**، ترجمة فؤاد مليت، مراجعة وتقديم عمر مهيبل (الجزائر: منشورات الاختلاف، 2006)، ص 82.

(4) المرجع نفسه، ص 83.

تعترض مقاربتَنا التأويلية لفيزياء الكوانتُم معوقاتٌ بنيوية لها علاقة باستهداف المناهج التأويلية نصوصًا تاريخية، تمتلك لغة ومعانيَ مفتوحة على إمكانات تبديل المعنى بما يتلاءم وحاجة الذات إلى إعطاء معنًى ذرائعي يخدم وضعيتها الراهنة، في حين أن للفيزياء لغة مُحكمة ومتسقة، لا مجال فيها لشيءٍ آخر، فإما التعذر الكلي وإما الانفتاح التام. ومع ذلك، قد يتيح فهمنا المنهج التأويلي تأويل المردود النصي- الصوري لفيزياء الكوانتُم المتعثرة، أو بالأحرى العالقة في معادلات رياضية تعبّر عنها الصورة الاحتمالية للطبيعة المتغيرة لبعض مكونات العالم المجهري.

يجوز ذلك الأمر أيضًا في بعض تأويلات نظرية تعتبر أن ميكانيكا الكم نظرية حتمية، وذلك في سبيل الحفاظ على بعض المعارف البديهية التقليدية. نستحضر هيو إفريت الثالث (Hugh Everett III) الذي يرى أن ميكانيكا الكم تفسِّر الأكوان المتعددة بصيغة حتمية. فلو أن ظاهرة ما تحدث الآن في كون معيَّن، فإنها تحدث أيضًا في كون آخر ولكن في زمن آخر، فـ"لو أن شيئًا ما يمكن أن يحدث فيزيائيًّا، فإنه يحدث في كونٍ ما. يتكون الواقع الفيزيائي من تجميع للأكوان، يطلق عليه أحيانًا كون متعدد multiverse [...] تعتبر النظرية الكمية حتمية، إنها تتنبأ بالاحتمال الذاتي لكل نتيجة بأن تصف أجزاء الأكوان التي تحدث فيها هذه النتائج"[5].

لذلك، عندما تتجاوز شروط الاختبارات التجريبية في الفيزياء خاصية المنطق الصارم، فإن المجال لا يتاح أمام الاعتبارات الذاتية لتَدخل طرفًا مؤثرًا في تعيين ميكانيزمات الظاهرة المُختبرة. لكن أن تغدو المعادلة الفيزيائية متصلة بالذات ومقترنة بوضعيتها (كمعادلة شرودنغر مثلًا)، فذلك يُعَد تحولًا انعطافيًّا في صيرورة علمٍ تربع منذ نشأته الأولى على ركيزة الاعتراف بواقعية العالم الخارجي الموجود على ما هو عليه، بغض النظر عن إدراكنا له أو شعورنا به.

فالانقلاب الدراماتيكي الذي نجم عن النظرية الكوانتية لا يقتصر على فرضيات وجود أكوان أو كون متعدد، ولا على التنبؤات الاحتمالية حيال

(5) سوزان شنايدر، **الخيال العلمي والفلسفة: من السفر عبر الزمن إلى الذكاء الفائق**، ترجمة عزت عامر (القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2011)، ص 520.

التبدلات الهائلة للظاهرة المختبرة، ذلك أن الإخفاق في ضبط كمية الطاقة المؤثرة في حركة أي ظاهرة صار متصلًا بالعجز المتجذر في تحديد مصدر الطاقة المظلمة، مثلًا، ما أدى إلى تغييرٍ نوعي، لا على مستوى نتائج علم الفيزياء فحسب، وإنما في أسس النظر العلمي للفيزياء المعاصرة أيضًا.

لقد بات للتصور الاحتمالي للذات دور رئيس في تحديد شكل حركة الظاهرة الفيزيائية المستهدفة وتحديد آليتها، لينفتح بذلك مجال للنفاذ إلى "وضع يعني الأفق"، بالمعنى الذي ذهب إليه فيلسوف التأويل غادامير، الذي أراد أن يبني تأويلية عامة لا تصلح لمجال دون آخر، ولا تُختزل في النصوص التاريخية، فهي تتجاوز نطاق الحصر في مجال محدد، إلى ما يسمح بفهم الإنسان لذاته.

فإذا كان عنصر الفهم يشتغل في إدراك العالم، سيقام من خلال ذلك الدليلُ على شمولية التأويل. وبطبيعة الحال، إن طبيعة الفهم اللغوي لا تعني أن كل خبرة بالعالم لا تحدث إلا كلغة، وفي اللغة هناك ظواهر معروفة جيدًا، بحسب غادامير، سابقة على اللغة أو أنها ميتالُغوية، مثل الخرَس والصمْت، يعبّر فيها اللقاء المباشر بالعالم عن نفسه. بناء عليه، فإن "الجانب التأويلي نفسه لا يمكن أن يتحدد بعلوم الفن والتاريخ التأويلية [...]. إن شمولية المشكلة التأويلية، التي أدركها شلايرماخر، ذات علاقة بشمولية كل ما هو معقول، أي أنها تتعلق بأي شيء وكل شيء يمكن أن تسعى الكائنات البشرية إلى الوصول إلى إجماع حوله"[6].

فإذا كانت المسألة كذلك، أي إذا تعدى منطق التأويل شرط الالتزام بتفسيرات كلمات نصية للتاريخ، كما هو حاصل في تأويلية ريكور، وإذا ما تجاوز التأويل مقتضى العبارة التي تمثّلها جملة بلاغية، بكل ما تنطوي عليه من مجازات ودلالات سيميائية للمعنى المكتنف في اللغة، فهذا يعني أن في ثنايا لغة الفيزياء أيضًا إمكانًا لتأويل المقاصد السيميائية لأي تفسير، بما يتفق مع حاجة الذات لفهم نفسها، ذلك أن المشكلة التي أثارتها نظرية الكم استدعت التأويل من أبوابه الواسعة، فكما قالت فالكينبورغ: "إذا لم يتساءل المرء بشأن العلل غير القابلة

(6) هانز جورج غادامير، **التلمذة الفلسفية**، ترجمة حسن ناظم وعلي حاكم صالح (بيروت: دار الكتاب الجديد المتحدة، 2013)، ص 302-303.

للملاحظة لظواهر الكم ... فلن تكون ثمة مشكلة على الإطلاق فيما يتعلق بتأويل نظرية الكم ... وفي الواقع ... من وجهة نظر التجريبي ... فإن السجال بأسره حول تأويلات نظرية الكم أمر غير ضروري، لأنه يتعامل مع الأسئلة نفسها حول ماذا يحدث في مجال الكم فيما وراء الظواهر التجريبية"[7].

فالتقسيم الثنائي الحاد بين التجريب والتجريد عند فالكينبورغ يرتب كلامًا قاطعًا جزمت فيه بأن الفهم التأويلي برمّته يتناول مجال الكم الذي يقع خلف الظواهر التجريبية، أي أن كل ما استعصى على التجريب يتحول مجالًا رحبًا للتأويل، وهو يعنى بتفسيرات حدسية تأملية حيال ما ليس لحدوثه منطق علمي-فيزيائي.

ورغم وجاهة هذا التعليل، فإنه ينقصه الإلمام المنهجي بالمؤدى التأويلي الذي من شأنه أن يفتح أفقًا جديدًا أمام الذات، الخاضعة في الأصل لضغط إرثٍ صلد من الأفكار التاريخية المسبقة، فحتى الفيزيائي يجد نفسه أسير وضعية علمية تعرقل بحثه، ما لم يهجر ويتجرد من أثقاله الذاتية، التي يتعذر التخلي عنها، ما دامت تشكل الأرضية البنيوية التي يقف المرء عليها لفهم ذاته.

لكن تأويلية فيزياء الكوانتُم تتخذ منحًى مغايرًا عند أومنيس الذي يعزو أسبابها إلى ثلاثة: يتمثّل الأول في أن صورية النظرية بلغت الذروة في الغموض والإبهام، ويتجلى الثاني في طبيعة تصور الذات التي تتضمن وعيًا منافيًا لطبيعة العلم الموضوعية. أما الثالث، فيكمن في الجوانب الاحتمالية للنظرية التي يجب أن تتوافق في النهاية مع الوجود اليقيني للوقائع والحقائق. ومن هنا يتحول التأويل إلى نظرية ولا يبقى مجرد ترجمة للظواهر[8].

أما بحسب غادامير، فإن المهمة التأويلية لدمج مونولوجية العلوم في الوعي التواصلي تتضمن مهمة ممارسة المعقولية العملية والاجتماعية والسياسية: "ففي

---

(7) بريجيته فالكينبورج، **ميتافيزيقا الجُسميات: دراسة نقدية لواقعية ما دون الذرة**، ترجمة نبيل ياسين البكري وأحمد حمدي مصطفى (القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2017)، ص 87.

(8) رولان أومنيس، **فلسفة الكوانتُم: فهم العلم المعاصر وتأويله**، ترجمة أحمد فؤاد باشا ويمنى طريف الخولي، سلسلة عالم المعرفة 350 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2008)، ص 200.

التأمل التأويلي في شروط الفهم، تكشِف ممكِنات العلوم التأويلية عن نفسها، في وعيٍ يصوغ ذاته في اللغة"[9].

ويستعرض غادامير في السياق نفسه ما يبيّنه أرسطو من أن العقل العملي والبصيرة العملية لا يمتلكان ما تمتلكه العلوم من قدرة على التعليم. كما أن على نموذج الفلسفة العملية أن يقوم مقام نظرية (Theoria) تكون شرعيتها الأنطولوجية موجودة ربما في العقل المطلق (Intellectus infinitus) وحده، وهو الذي يبقى مجهولًا بالنسبة إلى الخبرة الوجودية، فيقف على الطرف النقيض منه، إذ يعتبر أنه ينبغي رفع ذلك النموذج بوجه أولئك الذين يُخضعون المعقولية الإنسانية للتفكير المنهاجي السائد في العلوم البحتة، فـ"على العكس من إتمام الفهم الذاتي المنطقي للعلم، يبدو لي أن هذا هو المهمة الأصيلة للفلسفة التي تقف بوجه المعنى العملي للعلم في حياتنا وبقائنا"[10].

لعلنا نواجه لب المشكلة هنا، في ما ساقه غادامير من تمييزٍ منهجي لمهمة العلوم التامة من وظيفة الفلسفة، التي تتسم بفتح أفقٍ ذي طابع أنطولوجي لا تتفق مراميه مع غاية العلم، المحدد سلفًا بأهداف لها طابع بيداغوجي يخدم احتياجات ظرفية، ذلك أن المقاربة الفلسفية للعلوم الفيزيائية تصطدم بجدار الاختلاف البنيوي بين المبتغى الأنطولوجي للحقيقة التجريبية التي لا تلائم المعقولية الإنسانية بما تمتلكه من سبل التأمل الأنطولوجي من جهة، وفرادة علم الفيزياء من جهة أخرى، كتطبيق حسابي محدود بحدود قدرة الإنسان على سبر غور الظواهر المتعينة، تلك التي تسمح بإخضاعها لقياس معادلات تجريبية واضحة ومباشرة.

من ناحية أخرى، إذا اتجهت المهمة الوظائفية للفلسفة إلى تحليل المقومات والعُمُد والدعائم التي تقوم عليها الحياة العقلية والعلمية في أي عصر من العصور، فإن ضرورة التناول الفلسفي لنظرية الكوانتُم وتشارك الفلاسفة والعلماء في دراسة هذه النظرية وتحليلها جعلا منها مكونًا رئيسًا من مكونات فلسفة العلم.

(9) غادامير، ص 307-308.

(10) المرجع نفسه، ص 308.

وفي إطار علاقة العلم بالفلسفة، تبرز قيمة جميع المناظرات العلمية الحديثة التي تطرقت إليها في تعميق وعي الإنسان العصري وفهمه مضامين هذه العلاقة، عبر ما تقدمه من مقابلة بين التناول العلمي والتناول الفلسفي للنظرية ذاتها[11].

فإذا كان صحيحًا أن أينشتاين كان، بحسب ما ذهب إليه أومنيس، مهمومًا على وجه الخصوص بافتقاد الواقعية في ميكانيكا الكوانتُم، بسبب انعدام القدرة على إدراك دالة موجية تعبّر عن احتمال وجود الجسيم في مكان معيّن، فإن معادلة شرودنغر تصف تطور الدالة الموجية Ψ مع الزمن، وتعتمد الدالة الموجية عند الزمن (1) خطيًّا على الدالة الموجية عند الزمن (0): "افترض الآن أن الجسيم موجود واقعيًّا في مكان معين عند الزمن (0) صفر. على الرغم أننا لا نعرف بالضبط أين يوجد، نحن أيضًا لا نعرف سرعة الجسيم. لكن إذا كان الجسيم في مكان ما عند الزمن (0) صفر، فإنه واقعيًّا سيكون في مكانٍ آخر عند الزمن (1)، وفقًا لنظرية [عالِم الرياضيات الفرنسي بيير] لابلاس، وهي قاعدة أساسية للاحتمال في صورة مبرهنة للاحتمالات المركّبة... لهذا يبدو أن الفرض الأساسي، وهو تحديدًا أن الجسيم موجود واقعيًّا في مكان ما، سيكون خاطئًا. هذه النتيجة السلبية مرتبطة أساسًا بإمكان تعيين مسار للجسيم. وهذه هي النتيجة الرئيسية لعلاقات اللايقين لهيزنبرغ"[12].

لقد طرح لابلاس في القرن التاسع عشر مبدأ الحتمية، الذي سيتم تجاوزه في الفيزياء الكوانتية[13]. وهنا تظهر المشكلة الأكبر التي تجسدت في ملامسة فيزياء الكوانتُم التفكير الفلسفي الذي دأب منذ نشأته على تفحّص إمكان سبر أغوار الوقائع المجهولة، من أجل الاستدلال على الوجود المتحقق واقعيًّا، على سبيل الافتراض المنطقي الذي يعتقد باللوغوس. وذلك بالمعنى الذي آمن فيه الإغريق القدماء، بأن حقيقة الوجود تتمثّل في وعينا ماهية الوجود. وإذا تعذّر التحقق من

(11) هيثم السيد وياسر مصطفى، "نظرية الكوانتُم بين العلم والفلسفة: مناظرة أكاديمية"، منصة المجلة العلمية الجزائرية (ASJP)، 13/ 4/ 2016، في: https://tinyurl.com/mwddmfre

(12) أومنيس، ص 284-285.

(13) فيصل العامري، "نظرية الكم"، مجلة **العلوم الحقيقية**، 11/ 12/ 2012، في: https://tinyurl.com/566tucad

الوجود، فذلك لقصور إدراكي عقلي متصل بمنهجية النظر إلى الوجود. وهنا تبرز مرة أخرى العلاقة الجدلية بين معقولية الشيء وواقعية الشيء.

فهل أن ما نتعقّله هو بالضرورة واقعي حتمًا أم أن في المسألة استيهامات تتصل بأسلوب تمثيلنا العقلي لواقع متعيّن؟ في هذه الحال، إذا كان الواقع يمثّل وجودًا افتراضيًّا يتماشى ويتساوق مع منطق معادلة رياضية محددة، دون غيرها، فصدق المعادلة التي نتفحص على أساسها واقعًا ما، لا يمكن أن يتطابق مع واقعية الواقع بالمطلق.

ثانيًا: فيزياء الكوانتُم بتأويلٍ هايدغري

إذا كان ثمة مسافة بين المعقولية والواقعية تعبّر عن العلاقة الجدلية المحتدمة بين ما يعتمر في ذهننا من انفعالات حسية وتجاذبات وجدانية، على درجة من التعقيد والالتباس تعكس فرادة زمانية تتماشى أو تتساوق أكثر مع احتمالية الدالة الموجية لحركة الجسيمات دون الذرية التي تجاوزت تفسير القواعد المنهجية المعيارية، فذلك يُشرع باب التأويل على ما يجعلنا نستدعي وجودية فلسفة هايدغر التأويلية، من أجل مقاربة علّة استعصاء إدراكنا الوجود الكلي، انطلاقًا من وجودنا حيال موجودات نتحمل وزر وجودها في أثناء النظر إلى الوجود.

لا نريد هنا مشابهة غموض تأويلية هايدغر ووجوديته المستعصية على تفسير واحد موحد، مع احتمالية فيزياء الكوانتُم التي ما زالت عصية على أن تفسر عبر منظومة مرجعية واحدة، فهذا الأمر يمكن أن يُرد إلى إسقاطٍ ذهني يحتاج إلى تأويل علّة استدعاء هايدغر دون غيره من فلاسفة التأويل، بغية إقحامه في تعقيدات حل معضلات علمية بأدوات غير علمية (نظرية أو تجريدية). إلا أن الأسئلة التي طرحتها فيزياء الكوانتُم تنتمي إلى النوع الفلسفي وإلى منحاه الذي لا يتسم بجرأة اقتحام لجّة كل معرفة تستعصي على حل منطقي فحسب، وإنما يتسم أيضًا بالتحول عن كل معيارية تفسيرية وصلت إلى سد معرفي، حيث تعود الفلسفة لتحيي أسئلتها، تنقيبًا في الأرضية الإبستيمولوجية التي تسببت في عقم الوصول إلى حل منطقي.

لا نسوق ذلك الكلام بالمعنى الأركيولوجي لبنيوية فوكو، التي قلصت من أهمية دور الذات، إلى درجة أن أعدمتها في أي معرفة تنم عن خضوعها لقواعد؛ فتلك القواعد ليست عفوية ولا مجانية، بل تعبّر عن مبدأ خفي للتنظيم، ولها مقدرة على تكوين موضوعات وذوات [بديلة] من الذات، ومن المعنى، وعن الحقيقة التي تخضع لإقصاءات بنيوية، حتى أنه سيكون من قبيل التوهم الاستمرار بعدها في الاعتقاد... وفي وجود المعنى ... وفي جدواه.

فالحيّز المعرفي عند فوكو محصور في الذي يبدو صفوًا من طبقة "الإبستيمية" المتأطرة في بنية مكتملة، وهي شبكة منتظمة من الشروط والإمكانيات القبْلية، لا تظهر في مستوى الوعي بل تشكل نسقًا لا يحيل إلا إلى ذاته.

لسنا هنا بصدد توليف إجابة فلسفية-منطقية عمّا نجم عن لامعقولية الصفة الاحتمالية الرهيبة لحركات الجسيمات دون الذرية، باعتبارها تتوافق مع تغيرات فوكو البنيوية، التي قالت بوجود الاختلاف كمبدأ متأصل في كل الأشياء، بما فيها الظواهر الفيزيائية التي استقصى منها العلم قواعد ناجعة ومفيدة في حياتنا اليومية.

إلا أن ليس في إمكان المنجز العلمي مقاربة النداء الأنطولوجي المتسلل إلى كل ما يجهله الإنسان، عبر المظهر الوجودي الرهيب في لامحدوديته، ليبقى التأويل حيّزًا متاحًا أمام الفكر، كي يتفكر في الذي يثير الدهشة من اتساعه وتنوعه واختلافه.

وبمناسبة كلامنا على الاختلاف، لا بد من التأسيس على منظور فلسفة الاختلاف الهايدغرية، لكي نفهم مآلات تأويله لكل شيء تناوله فينومينولوجيًّا، أي بالمعنى الذي لم يهتم فيه بالتركيب الواقعي للأشياء والظواهر، أو العلمي لموضوع ما، فالفينومينولوجيا لا يمكن أن تُحقق استحصالاتها المعرفية إلا في حضرة الذات، فمنها تنبع معرفتنا لِما يتبدى ظاهرًا من الأشياء المتعينة أمامنا، وبالتالي قد تتآلف الفينومينولوجيا جزئيًّا مع شروط نظرية الكوانتُم، التي لا يمكن احتساب احتمالاتها، ما لم تتصل الذات اختباريًّا بالجسيم دون الذري، الذي يتغير تبعًا لحالة القياس الذاتية لحركة الدالة الموجية، عند عالم فيزيائي يعيّن وجوده الزماني احتمالية حركة الدالة الموجية للجسيم.

إن مفتاح فهمنا تأويلية هايدغر يتمثّل في تفسير عبارة "نسيان الوجود" التي أسست لاعوجاجات المعرفة الفلسفية منذ نشأتها. ونسيان الوجود هو نسيان اختلاف الوجود عن الموجود (la difference)، أي نسيان واقعة أن الوجود اختلاف.

إن المنسي في الفكر الميتافيزيقي هو الاختلاف. ويختلف الوجود، من حيث هو، عن الموجود، فالتفكير الدائم في مشكلة الاختلاف الأنطولوجي يكاد يكون المهمة الوحيدة لتلك الفلسفة: "وكأن الفلسفة لا تصبح أصيلة وأساسية، إلا عندما تنعكس الآية، ويصبح المنسي متذكَّرًا والمتذكَّر منسيًّا، عندما ينتقل النسيان من الوجود إلى الموجود"[14].

إن تأويلية هايدغر ليست معيارية على الإطلاق، وإنما هي متصلة بتبدّل وضعيتنا حيال النظر في جميع الأشياء والظواهر، المادية أو غير المادية، لكن لكي يضبط مسار تنقله من الإحكامات المعيارية، فإنه يسأل: "ما هو التأويل الصحيح والموثوق به؟ هل هو تأويل المنهج الذي يتبنّى ببساطةٍ المنظورَ الذي يسقط أو يقع فيه، لأن هذا المنهج أو هذا الخط من النظر يقدم ذاته كشيء مألوف وواضح بذاته؟ أم هو التأويل الذي يُطرح على بساط البحث ويُسائل المنظور المألوف [المنهج] والمعتاد ويُخضعه إلى الامتحان من الأعلى إلى الأسفل، لأن تصور هذا الخط الأخير من النظر، وهو هكذا فعلًا في الواقع، لا يقود إلى ما ينبغي أن يكون مرئيًّا في الوجود؟"[15].

ويردف قائلًا: "صحيح أن التخلي عن المنظور المألوف والمعتاد، والرجوع إلى التأويل الذي هو يطرح ويثير التساؤل، هو [كذا] بمثابة قفزة أو نقلة مفاجئة سريعة. فمن أجل القفز والقيام بهذه النقلة، على المرء أن يتبع خطوات الطريق المناسب، إنه الطريق الذي يقرر كل شيء، لأنه يتضمن أننا أنفسنا في الواقع نطرح الأسئلة، وأن هذه الأسئلة في المقام الأول تخلق وتصنع منظوراتنا اللاحقة"[16].

(14) عبد الرزاق الدواي، **موت الإنسان في الخطاب الفلسفي المعاصر: هيدجر، ليفي ستروس، ميشيل فوكو** (بيروت: دار الطليعة، 1992)، ص 48.
(15) مارتن هايدغر، **مدخل إلى الميتافيزيقيا**، نقله إلى العربية عماد نبيل (بيروت: دار الفارابي، 2015)، ص 470.
(16) المرجع نفسه، ص 470-471.

وبهذا المعنى، فإن التأويل عند هايدغر لا يعدو عن كونه حالة تفحّص مستمر يدفع باتجاه قفزات مفاجئة وسريعة باتجاه فهم جديد للموضوعات والأشياء، من منطلق تذكّر الاختلاف الأنطولوجي بين الوجود والموجود، لا لأن محدودية الموجود زمنيًّا لا تتفق مع لامحدودية الوجود فحسب، بل أيضًا لأن تذكّر الاختلاف شرط ٌيلازم إدراكنا الذي تَعرُض عليه محدوديته حيال لامحدودية الوجود أن ينسى أمر اختلافه، إلى درجة أن تصبح الإحالة الدائمة بين التذكر والنسيان علّة لتأويل الموجودات الخارجية في لحظة الاتصال-الإدراك، وسببًا في منحى النظر إلى ما نعتقد بوجوده هناك.

يبدو أن تأويلية هايدغر اللامنهجية، والتي هي أقرب أن تكون حالة، تنبع من الذات حيال موضوعات تؤكد التواشج العلوي بين الموجود والوجود، ما يجعل من عملية الفهم فعلًا متصلًا بالإحالة الجدلية بين التذكر والنسيان، ما يعني أن عملية الانوجاد مرادفة لعملية الفهم والتفكير، وهي حصرًا للإنسان الذي يمتلك خاصية أن يوجد[17].

يساورنا شك متأصل في الشرح النابع من الحالة التي أملت على هايدغر خلطًا أو مزجًا مفهومًا بين الفهم والتأويل؛ ففي سياق شرح هايدغر التأويل، تبدّل معناه اصطلاحًا، ليغدو فهمًا في موضع أو تمثيلًا أو تصورًا... في موضع آخر، إلى ما جعل من أي تفسير اصطلاحي بمثابة تأويل جديد مضاف إلى معنى تأويلاته المتكاثرة، التي وصل امتدادها إلى دائرة المعرفة العلمية التي تستوجب صرامة البرهنة.

ورغم ذلك، فإن "مهمة التفسير الأولى والدائمة والأخيرة ... ألّا يقبل ... بأن يُعطى سلفًا المكسب السابق ... بل أن يؤمن المبحث العلمي في صلب اشتغاله... ومن أجل أن الفهم طبقًا لمعناه الوجداني هو مستطاع كينونة الدازين ذاته. فإن المسبقات الأنطولوجية للمعرفة التاريخية تتخطى في أساسها فكرة الصرامة في

(17) "وحده الإنسان يوجد، فالصخر يكون لكنه لا يوجد، والشجر يكون لكنه لا يوجد، والحصان يكون لكنه لا يوجد، والملاك يكون لكنه لا يوجد، والرب يكون لكنه لا يوجد". نقلًا عن: مارتن هيدغر، **الكينونة والزمان**، ترجمة وتقديم وتعليق فتحي المسكيني، مراجعة إسماعيل المصدق (بيروت: دار الكتاب الجديد المتحدة، 2013)، ص 769.

العلوم الأكثر صحة. ليست الرياضيات بأكثر صرامة من فن التاريخ، بل فقط أضيق بالنظر إلى حلقة الأسس الوجدانية التي تتعلق بها"[18]، ما يعني أن إذا كانت نظرية الكوانتُم قد دخلت في عداد الفهم غير الحصري، أي المفتوح على إمكانات التصور المتداخل مع مسبقات وجدانية وتصورات معرفية، فقد لا تعكس فيها الاحتمالات والافتراضات الحقيقية العلمية المجردة، إنما تعبّر عن مآل التفكير في ظاهرة مجهولة لا ينبت فيها الاعتقاد على شكل معادلات احتسابية غير مبرهنة، إلا على النحو الذي يعبّر فيه تفكيرنا في الموجود عن نسياننا الوجود.

وهذا تطلع أنطولوجي مشيَّد على أساس الاعتراف الضمني باستحالة الوصول إلى اليقين أو الحقيقة المطلقة. وهذا يتفق مع ما قاله أينشتاين من أن "الاعتقاد بأن العالم محكوم بقواعد عقلية ويمكن أن يفهمه العقل لهو اعتقاد ينتمي إلى مجال الدين. وأنا لا أستطيع أن أتصور عالمًا حقيقيًّا يفتقر إلى هذا الاعتقاد المكين، ويمكن التعبير عن هذا الموقف بالصورة المجازية: العلم بدون الدين أعرج، والدين بدون العلم أعمى"[19].

في هذا السياق، يقصد أينشتاين الدين بمعناه الاعتقادي الأعم، الذي يشغل الوظيفة الأنطولوجية للفلسفة التي دأبت منذ نشأتها على مقاربة مجاهل الميتافيزيقا من خلال تصورات المعقول الذهني. بناء عليه، إذا كانت صيرورة المنجز العلمي تقف دومًا على عتبة سد منيع كل مرة تعجز عن الإجابة على سؤال مستجد، فإن هذا يعني أن دأب الحقيقة هو الهروب أمام هذه الملاحقة العنيدة. وهذا ما يستثير شهية الفلسفة التي تتفرد بخاصية طرح تصورات معقولة عمّا يمكن أن يكون عليه الشيء في الواقع.

ثالثًا: فيزياء الكوانتُم بين عقلانية الفلسفة وواقعية الفيزياء

من الطبيعي أن نرى في كوجيتو ديكارت مفتاحًا لعقلانيةٍ لا مجال للشك في وجودها، ما دام أن الشك بذاته يستلزم تفعيلًا عقليًّا يفتح مجال التفكير وإعادة

(18) المرجع نفسه، ص 299.

(19) أومنيس، ص 312.

النظر في ما كان يعتقد بحقيقته، لا على صعيد إقامة الحد بين ثنائية النفس والبدن-الخير والشر، والمادة والروح ...إلخ، فحسب، إنما في فتح كوة مهمة تسللت منها الريبية، لتنفذ إلى التفكير الفلسفي حيال جميع الآراء والمواقف السابقة، بما فيها ما عند ديكارت نفسه من آراء ومواقف.

ذلك بأن المنهج الذي وضعه ديكارت لدرء خطر الزلل نحو شطحات لامعقولة، قد شكّل أساسًا لتفكيره الفلسفي في المسائل الطبيعية. من هنا، كان التزام ديكارت الصارم بمعايير المنهج العقلي سببًا لتمييز معرفة الأنا لذاتها وما لا تدركه خارجها، إلا إذا اتخذنا من العالم الخارجي صورة مطابقة لعالمنا الداخلي. عندها، يكمن الاستبصار انطلاقًا من قواعد منهجية قاطعة، في رفض ما لا يمكن التحقق من معقوليته، عبر روائز المنهج العقلي.

سقنا هذا الكلام بشأن منهجية ديكارت من أجل الإشارة إلى الانقلاب الصريح في التفكير الفلسفي وانسحابه على التفكير العلمي، الذي كان خاضعًا لهيمنة نظرة أرسطو الكليانية، فجاء ديكارت ليفصل بين الشيء المفكر والشيء الممتد.

فعلى ما يشوب هذا الفصل أو التقسيم من عيوب كبيرة، أهمها تقويض الصلة بين معرفة عالمنا الداخلي ومعرفة عالمنا الخارجي، بحيث إن ليس ثمة علاقة جدلية تقوم بين عالمين منفصلين، فإن هذا التقسيم نجح، بحسب ما ذهب إليه هايزنبرغ، في علم الطبيعة نجاحًا فائقًا لبضعة قرون، كما نجح في ميكانيك نيوتن وجميع أقسام الفيزياء الكلاسيكية الأخرى التي نشأت على غراره وقامت على افتراض أننا نستطيع أن نصف الوجود من دون أن نتكلم على الإله أو على أنفسنا، وكادت تعد هذه الإمكانية شرطًا لعلوم الطبيعة كلها[20].

إن الإنجاز الذي أتمّه ديكارت في هذا التقسيم لا يمكن الاعتداد به إلا في أوانه، أي في تاريخيته، خصوصًا بعدما أحال الأمور العصية على الإدراك العقلي إلى علّة غيبية تتحكم في الوجود من أساسه.

---

(20) فيرنر هايزنبرغ، **الفيزياء والفلسفة**، ترجمة صلاح حاتم (اللاذقية: دار الحوار للنشر والتوزيع، 2011)، ص 82.

يُطلِق هايزنبرغ على إقرار ديكارت بأن ثمة شيئًا ممتدًّا خارج نطاق تفكيرنا في الأشياء مسمّى "الواقعية الميتافيزيقية". وهذه الواقعية متصلة بوشائج إيمانه الديني الذي يقف فيه حد الفهم ممّا يجري في الطبيعية عند سقف لا يتخطاه، لأن الإرادة الإلهية المتحكمة في الشؤون كلها تكمن فوقه.

ويميز هايزنبرغ بين واقعية ديكارت والواقعية العملية، قائلًا إننا نضفي على قول من الأقوال صفة الموضوعية، حين نقول إن محتواه ليس وفقًا على الشروط التي يمكن التحقق في ظلها من صحته. وتفترض الواقعية العملية أن ثمة تساؤلات يمكن إضفاء الموضوعية عليها[21].

كما أنه يميّز بين الواقعية العملية والواقعية الاعتقادية من خلال مقارنة يعقدها بين واقعية الفيزياء الكلاسيكية وواقعية الفيزياء الكمية: "تزعم الواقعية الاعتقادية (الدوغماطيقية) أنه ليس هناك أقوال عن العالم المادي لها مغزى ولا يمكن إضفاء الموضوعية عليها. والواقعية العملية كانت دائمًا أساسًا لا غنى عنه لعلم الطبيعة، وسيبقى كذلك في المستقبل. على أن الواقعية الاعتقادية ليست شرطًا ضروريًّا لعلم الطبيعة. والحق أن رأي الفيزياء الكلاسيكية هو رأي الواقعية الاعتقادية، ولقد تعلم المرء من نظرية الكم أن علم الطبيعة دقيق من دون أساس الواقعية الاعتقادية، وإذا ما انتقد أينشتاين نظرية الكم، فإنه انطلق من المفهوم الأساسي للواقعية الاعتقادية"[22].

إن ما يعنيه هايزبنرغ هنا في تمييزه لِما اصطُلح على تسميته واقعية ميتافيزيقية وواقعية عملية وواقعية اعتقادية، لا يهدف إلى استعراض كيفية تمرحل مفهوم الواقعية، بل أراد منه الكشف عن كيفية تقدّم العلم بمؤدى التمييز الجزئي، بين ما نفكر فيه وما هو قائم. وذلك، كما جاء مع ديكارت، ممّا أسفر عن الفصل التام بين عالم الذات وعالم المادة. وما عرفته الفيزياء من نتائج باهرة مع نيوتن، وما نجم عن الاتصال الجدلي بين الذات والموضوع من معرفة نسبية لا يمكن الارتكان فيها إلا على اعتقاد متصل بلحظة فعل الاعتقاد، وكما جاء في نسبية

(21) المرجع نفسه، ص 83.

(22) المرجع نفسه.

أينشتاين، التي قوضت الاعتقاد بمبدأ نهائي ثابت لا يمكن الارتكان فيه على العقل لاستنتاج حجج وبراهين، كما فعل ديكارت لتأكيد أنه الذي لا يضللنا.

إلا أن الواقعية الميتافيزيقية التي تتخللها ثغرات وعيوب، والتي تمَّ تداركها بعد ديكارت، تحولت إلى منطلق الفلسفة التجريبية والمذهب الوضعي على أيدي لوك وجورج باركلي (George Berkeley) وهيوم، الذين أعلَوْا، رغم ما في ما هم عليه من تباين، من شأن التجربة الحسية إلى درجة أن لا معيار لوجود الأشياء ولا لوجود لخلاصات من دون ما تقدمه المعطيات الحسية؛ ذلك أن التوليف الأبرز بين عقلانية ديكارت وتجريبية هيوم قد مثّله كانط بطريقة فذة، نفهم معها أسباب مواءمته المعرفة الماقبْلية بالمعرفة المابَعدية، تمامًا كما هي حال فيزياء الكوانتُم، التي أتاحت للعقل أن يتصور ما يمكن اختباره تجريبيًّا قبل القيام بالتجارب الممكنة التي لن تسفر عن نتائج حتمية.

ولسنا ندري إلى أي مدى سيكون مفهوم القبْلية صالحًا في الفيزياء الحديثة، ولا سيما بعد أن قُلبت معايير السؤال العلمي نفسه وتبدلت مع تبدل وضعية الذات. في هذا السياق، نستحضر ما يقوله كانط على لسان هايزنبرغ: "هل يمكن أن تكون الأحكام التركيبية قبْلية؟ فالمكان والزمان بالنسبة إليه هما صورتان قبْليتان للحدس الخالص، وفي ما يخص الفيزياء، فإن كانط قد عدَّ قانون العلية ومفهوم الجوهر قبليّيْن ..."[23].

رابعًا: ما وراء فيزياء الكوانتُم، أصل المادة والكون

تعددت الآراء والنظريات الفلسفية والعلمية في محاولاتها الإجابة عن سؤال الخلق أو أصل الكون. وعودٌ على ذي بدء، فإن أصل الكون يرتبط ارتباطًا عضويًّا بأصل الذرّة الأولى، أو المادة الأولى، التي ليس من السهل أن نفكر فيها، من دون ألا نشعر بدوار الصدمة من سبات فكري تعوّدنا ممارسته إزاء النظر إلى اللامتناهي في الزمن، فلجأنا إلى تأويلات من شأنها أن تخدّر وعينا إلى حينٍ تنكشف فيه الحقيقة المطلقة.

---

(23) المرجع نفسه، ص 89.

1. أصل الكون مسألةً فلسفيةً (من خلال المنظور الأرسطي)

إن الكلام على التجريد المنطقي يحيلنا مباشرة إلى التوقف عند عبقرية فيلسوف النظرية الغائية أرسطو، الذي لم ينكر الجانب الحسي للمعرفة المادية، التي كانت مرذولة من أستاذيْه سقراط وأفلاطون، إلا أنه لم يعترف بأهليتها، في النظر إلى ما هو أبعد من الأشياء العينية الماثلة أمام أحاسيسنا المتصلة بها إلى حد أنها تحتاج من أجل اختراقه والنفاذ إلى كنهه (جوهره) إلى وسيلة من طبيعته، ألا وهي العقل.

فبدل أن يجنح به تعويله على الإدراك الحسي إلى تفسير أصل الكون على أساس النظرية الذرية التي تقول بوجود جزئيات مادية تتشكل وتتبدد بحسب تمثيلية قوانين الطبيعة، أي بحسب مبدأ ديمقريطس الشهير (المقاومة والحركة والتصادم)، نجد أن أرسطو قد غلَّب، في نهاية المطاف، نظرية الكليات التي لها طابع صوري لا يمكن اختباره على أرض الواقع، إنما يمكن الاستدلال منه على النتيجة المنطقية عبر الاستناد إلى مقدمات صحيحة؛ فبحسب راسل، نجد عند أرسطو نظرية القوة والفعل (أو الإمكان والتحقق) أقرب إلى نظرية الكليات منها إلى النظرية الذرية[24].

وفي هذا السياق، نجد أن سر أرسطو هنا لا يكمن في مدى اتساع نظرته المنطقية إلى أصل العالم، وإنما في سطوة مقولاته الآسرة والفاعلة، إلى درجة أنها هيمنت على العقل المعرفي برمّته، ولقرون طويلة، بدت فيه المعرفة التجريبية-العلمية أقل من أن تقاس على رفعة المعرفة المنطقية، التي ظللت التفكير الفلسفي والعلمي على حد سواء.

وفي هذه القضية أطلق أرسطو رزمة من المقولات، كما يقول راسل، كالعلّة الفاعلة والعلّة الغائية، "العلّة الفاعلة ... أو السبب ... فالحجر يسقط من سلّم لأن

(24) برتراند راسل، **حكمة الغرب: عرض تاريخي للفلسفة الغربية في إطارها الاجتماعي والسياسي**، ترجمة فؤاد زكريا، سلسلة عالم المعرفة 364 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2009)، ص 146.

شيئًا ما أو شخصًا ما قد دفعه. وهذا هو النوع الوحيد من السببية المعترف به في العلم الفيزيائي"[25].

يعتبر راسل أن الخطأ هنا لا يقتصر على ما أطلقه أرسطو من مقولات صورية-افتراضية، هيمنت على الفكر مدة طويلة فحسب، وإنما يتعداه إلى التناقض الذي لم يتجرأ أحد من بعده على إبراز اللامنطق في منظومته المنطقية الجامعة بين العلّة الفاعلة والعلّة الغائية[26].

ذلك أن العلّة الغائية تتصل بشروطٍ عدة، ندرك منها الأسباب الماثلة أمام وعينا القاصر عن الولوج إلى الغاية التي تبقى بمثابة تدبير إلهي بحت، فهو يرى أن الطبيعة تعمل لغاية، وكل العلل الأخرى فيها تسير إلى تحقيق غايات. وهو يخالف في هذا الرأي اعتقاد القدماء بأن الأشياء مرتبة وفق الضرورة الآلية[27]، فالعلّة الغائية لاهوتية أدت به إلى التمييز بين عالم ما تحت القمر وعالم ما فوق القمر. وبناء عليه، ظهرت تجريبية أرسطو في هذا الصدد انتقائية تصلح لحيّز مادي مباشر، بينما لا تصلح هي نفسها لما يقع فوق القمر.

من هنا، ليس من الممكن، وفقًا لنظرية أرسطو، إرجاع كل تغيّر إلى حركة الجزئيات، كما فعل الذرّيون الذين كانوا بمثابة وَرَثة التراث الإيلي الذي غلّب التعقل على التجريب، في كل ما نراه ماثلًا أمامنا، لأنه صورة قابلة لأن نتفحصها من خلال مشابهتها بالأعداد الرياضية-الفيثاغورية، التي تُغفل الاتصال كمبدأ يشكل مدماك الاستدلال. فهذا المنطق نادى به أرسطو، إذ يقوم فيه بربط السبب بالمسبب عن طريق الربط ومَد الجسور بين الأشياء، بحيث إن من غير الممكن التوصل إلى المتصل عن طريق المنفصل، خلافًا للفيثاغوريين الذين يعتقدون بالقدرة على بناء عالم رياضي من لا شيء.

---

(25) المرجع نفسه، ص 155-156.

(26) المرجع نفسه، ص 158. الذرات في فلسفة لوقيبوس، مثلًا، لا تتحرك حركة عرضية أو بالمصادفة بل بحتمية تامة. وقد قال إن ما من شيء ينشأ من العدم، بل إن كل شيء ينشأ لأمرٍ ما من الضرورة. وهذا الأمر يتعارض مع ما ذهب إليه أرسطو في مبدأ العلية، حيث إن كل ما في الطبيعة يخضع لهذا المبدأ، وما الضرورة إلا نتيجة له.

(27) المرجع نفسه، ص 159.

المسألة التي يمكن أن يُعتد بها في العلم الفيزيائي الحديث عند أرسطو هي في اعتباره (عكس الذرّيين) أن ليس ثمة وجود للفراغ أو الخلاء، بالمعنى الذي ذهب إليه الأفلاطونيون من حيث إنه مادة أقرب إلى العدم؛ فالمادة، في رأي أرسطو، لا تنفصل مطلقًا عن الأجسام المركّبة منها. والخلاء لا وجود له، سواء كمفارق أو غير مفارق، إذ لا وجود لفجوات بين الأجسام أو ثناياها[28].

بناء عليه، إن براهين أرسطو وحججه بشأن امتلاء الكون لا تتماثل البتة مع الامتلاء الأينشتايني، فحجة الأول صورية قادته إليها افتراضات منطقية كانت تفتقر إلى أبسط المعطيات، التي شكلت في ما بعد مادةَ نقض لجميع الآراء والمواقف التي لم تكن لتدرك بأن العالم مشحون بطاقة منبثة بشكل عصي على الاستبصار بالعين المجردة.

وهذا يتماشى وينسجم مع توصيفه المكان، على أساس شغل الأجسام مكانًا معيَّنًا وانتقالها من مكان إلى آخر، فالمكان موجود ما دامت الأشياء تشغله بالفعل[29].

يُستنتج ممّا سقناه أن أرسطو كان مهتمًّا بالكليات التي تتيح له الاستدلال عبر براهين صورية، على الحقيقة القابعة فوق القمر. لذلك، استعاض عن رياضيات فيثاغورس وأفلاطون، بنظرية منطقية متماسكة، قام بترجمتها إلى مقولات وكلمات، هيمنت على العقل الفلسفي، من دون أن يغيب عنها مبدأ الموجود بالقوة والموجود بالفعل، والهيولى والصورة، لتفسير موجودات الطبيعة وعلّة الحركة. وما يعنينا هنا هو نظرية أرسطو في الحركة، التي عارض فيها موقف

---

(28) المرجع نفسه، ص 83. يسخر هايزنبرغ من الحجج التي قدّمها أرسطو لإثبات استحالة وجود الخلاء، فيقول بأن أرسطو قدم حججًا لإثبات هذا الرأي، وكلها باطلة. وأطرف هذه الحجج برهان الخُلْف، الذي يبدأ من أن سرعة الأجسام في وسط ما تتفاوت وفق كثافة الوسط ووزن الجسم، ومن هذا يستنتج أولًا أن الأجسام لا بد أن تتحرك في الفراغ بسرعة لانهائية، وهو أمر ممتنع، لأن كل حركة تحتاج إلى وقت ما، إضافة إلى أن الجسم الأثقل لا بد أن يتحرك بصورة أسرع من الجسم الأخف، ولا يحدث هذا في الفراغ. وعلى أساس هاتين الحجتين يعلن أن الفراغ مستحيل.

(29) عبد الرحمن بدوي، **أرسطو**، ط 2 (بيروت: دار القلم؛ الكويت: وكالة المطبوعات، 1980)، ص 210. يعتبر راسل أن أرسطو بنى توصيفه للمكان على أساس التمييز بين المكان وما يوجد في المكان؛ فالكون ليس متضمنًا في أي شيء، وهو في الواقع ليس شيئًا بالمعنى الذي تكون به الكراسي والطاولات أشياء...

أفلاطون الذي جمع بين موقف هيرقليطس وموقف بارمنيدس، إذ اعتبر أن كل حركة في العالم لها سبب أو مبدأ بالضرورة، وصولًا إلى العلّة الأولى، أي التسليم بوجود حركة لامتناهية في زمان لامتناه.

من هنا، يتوصل أرسطو إلى مسألة قِدَم العالَم من خلال أزلية الحركة والزمان، فالعلّة الأولى للحركة هي دائمًا ثابتة، وستبقى كذلك، الأمر الذي يدل على أزلية الطبيعة وأزلية الكون، فالكون وُجِد دائمًا مع الزمان، ولو افترضنا أنه وُجِد في لحظة معيّنة من الزمن، لوجب السؤال عن سبب حدوث هذا الوجود في هذه اللحظة بالذات وليس في لحظة أخرى، ما سيدخلنا في دوامة لا تنتهي. لذلك، يجد أرسطو في المنطق العقلي الإجابات الشافية عن مسائل طبيعية تحتاج إلى تجاوز ذلك المنطق الصوري، تلك التي أنعمت الفيزياء الحديثة النظر فيها.

2. أصل الكون مسألةً فيزيائيةً تجاوزت الاعتبارات الفلسفية

لا شك في أن السؤال عن الوجود بدأ مع الإنسان القديم الذي تجاوز حاجاته المادية إلى حاجات معنوية، تعبّر عن فضوله المعرفي. لكن ذلك السؤال لم يتبلور بشكل واضح إلا مع الفلاسفة الإغريق الأوائل، الذين وضعوه في مصاف أسئلة وجودية، ترتسم الإجابات عنها بصلة خفية مع الميتافيزيقا، عبر إحالتها إلى عللٍ ماورائية لا تتكشف للوعي البشري إلا من خلال وسيطٍ ما. كان هذا الوسيط هو اللوغوس مع أفلاطون وأرسطو، إلا أنه ما عاد قادرًا على اللحاق بركب التطور العلمي الهائل الذي سُلب أهلُه بيرقَ السعي إلى المعرفة من الفلاسفة، على ما ذهب إليه في القول عالِم الفيزياء المعاصر هوكينغ، الذي أعلن أن "الفلسفة ماتت، لأنها لم تواكب تطورات العلم الحديثة، وخصوصًا في مجال الفيزياء. أضحى العلماء هم من يحملون مصابيح الاكتشاف في رحلتنا بحثًا عن المعرفة"[30].

يعلل هوكينغ رأيه بأن العلم هز عرش الفلسفة، لأنه ما عاد يكتفي بحل لغز "الكيف"، وإنما يتوق إلى حل لغز "اللماذا"، ولا سيما ذلك اللغز الذي يتعلق

(30) ستيفن هوكينج وليونارد مولدينوو، **التصميم العظيم: إجابات جديدة عن أسئلة الكون الكبرى**، ترجمة أيمن أحمد عياد، مراجعة مصطفى إبراهيم فهمي، ط 2 (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2015)، ص 13.

بخلق العالم. لقد بات العلم يتساءل عن لغز الوجود: "لماذا يوجد شيء ما بدلًا من اللاشيء؟ لماذا نوجد نحن؟ لماذا توجد هذه المجموعة المحددة من القوانين وليس غيرها؟..."[31].

لعل هذه الأسئلة الفلسفية تحولت مع هوكينغ إلى أسئلة علمية[32]، وبالتالي فإن الإجابة عنها ستكون من خلال نظريات علمية، لا ندري ما إذا استطاعت أن تقدم إجابات شافية تلغي أي مهمة للنظريات الفلسفية، التي لا تخلو من تصورات ميتافيزيقية ترتكز، بشكلٍ أو بآخر، على تحليلات الفيلسوف الأنطولوجية.

أما السؤال الأول، من حيث المكانة الفلسفية، فهو السؤال الأساسي للميتافيزيقا الذي تداوله البشر مذ كانوا، من دون أن يربطوه مباشرةً بالسياق الزماني لأصل الكون، كما أشار إليه هايدغر في كتابه **مدخل إلى الميتافيزيقا** بالقول: "لماذا يوجد أي شيءٍ على الإطلاق بدلًا من العدم؟"[33].

ولعل البشر مذ كانوا يلجأون إلى التفكر الفلسفي الذي يستدر الهدوء والسكينة إزاء الصخب الذي ينتج من طفرة النظريات العلمية، والقلق الوجودي الذي تخلّفه الحياة المفعمة بمنتوجات التكنولوجيا. نستحضر هنا ما يقوله راسل عن أهمية الفلسفة في حياة الإنسان: "في هذه الحياة شيء من القلق والضيق يقابلهما في الحياة الفلسفية الهدوء والانطلاق"[34].

لذلك، لا يجوز القول - وفقًا لِما ذهب إليه هوكينغ - من أن الفلسفة ماتت، بل على العكس، فإذا ما أعاد العلم طرح الأسئلة الميتافيزيقية، فإنه بذلك يُعيد

(31) المرجع نفسه، ص 17.

(32) عن تحوّل الأسئلة الفلسفية إلى مجال المشكلات الفيزيائية، نستحضر ما يقوله فرانكو سيليري في كتابه **النقاش الكبير حول النظرية الكوانتية** عن أهم قضايا النقاش التي تدور في أوساط الفيزيائيين: أولًا، هل الكيانات الميكروسكوبية (جزيئات وذرات وجسيمات أولية) موجودة موضوعيًّا في الحقيقة المادة؟ ثانيًا: هل الطبيعة قابلة لأن يفهمها الإنسان؟ وبشكل خاص، هل لوصفها في المكان والزمان من معنى؟ ثالثًا: هل المظاهر الفيزيائية التي تحدث في الطبيعة بشكلٍ إعجازي هي نتيجة المصادفة أم أن هناك أسبابًا خفية تحركها؟:

Franco Selleri, *Le grand débat de la théorie quantique* (Paris: Flammarion, 1986), p. 11.

(33) مارتن هايدغر، **مدخل إلى الميتافيزيقيا**، نقله إلى العربية عماد نبيل (بيروت: دار الفارابي، 2015)، ص 19. ويعيد هايدغر طرح هذا السؤال، ص 195.

(34) برتراند راسل، **مشكلات الفلسفة**، ترجمة سمير عبده (دمشق: دار التكوين للتأليف والترجمة والنشر، 2016)، ص 168.

إحياء جذوة الفلسفة نفسها. فما طرحته الفلسفة منذ قرون يعيد طرحه العلم في العصور المتأخرة، ما يعني أن الفلسفة سبّاقة على العلم في طرحها هذا النوع من المسائل المتحدرة من التراث الفلسفي الصلد. ونستدعي هنا ما يرمي إليه هايدغر من وظيفة دائمة للفلسفة، وهي وظيفة التفكير التي تنتهك وتحطم الطرق والمسارات المألوفة، ولا تسمح للفلسفة بأن تكون "ورقة ميتة في منبتها"[35].

بالعودة إلى مسألة الخلق، فإن هوكينغ يجد الإجابة عنه في النظرية "إم" (M)، التي تقول بأن الكون الذي نعيش فيه ليس الكون الوحيد الموجود، وإنما هناك أكوان عديدة خُلقت من العدم، ونشأت بفعل القانون الفيزيائي، وليست بحاجة إلى خالقٍ أو كائنٍ فوق الطبيعة. وهي ليست نظرية بالمعنى المعتاد، وإنما عائلة كاملة من النظريات المختلفة، وكلٌّ منها تُعد وصفًا جيدًا للحالات الفيزيائية فحسب[36].

فالعلم هو، كما يرى هوكينغ، ضرب من ضروب التنبؤ الذي يحل محل الإله الذي يحتكر وحده هذه القدرة. وبذلك، يقف هوكينغ على الطرف النقيض لموقف أينشتاين، الذي اعتبر أن الكون لا يمكن أن يوجد من دون خالق، ينظمه ويرتبه و"لا يلعب النرد". وإذا أردنا أن نفهم موقف هوكينغ من مسألة الخلق، استحضرنا ما يعتبره من أن قانون الجاذبية الذي يسمح باستقرار الزمكان موضعيًّا، وبتوازن الطاقتين الموجبة والسالبة للمادة، كفيل بعملية خلق الكون لنفسه، من لا شيء: "والخلق التلقائي هو السبب في أن هناك شيئًا بدلًا من اللاشيء، ولماذا يوجد الكون، ولماذا نحن نوجد. ليس من الضروري أن نستحضر إلهًا لإشعال فتيل الخلق وترتيب انطلاق الكون"[37].

وما يمكن استخلاصه هو انقسام حاد بين العلماء والفلاسفة، حول مبدأين رئيسيْن: المبدأ الأول، الذي اعتنقه نيوتن ومعه مجموعة من العلماء، يقول بأن النظام الكوني مخلوق، وبأن الله هو المسؤول عن وجوده ووجود الإنسان.

---

(35) هايدغر، **مدخل إلى الميتافيزيقا**، ص 29.

(36) هوكينج ومولدينوو، ص 18

(37) المرجع نفسه، ص 212.

أما المبدأ الآخَر، فيقول إن قوانين الفيزياء هي التي أوجدت الكون، وأبرز مؤيدي هذا المبدأ هو هوكينغ، الذي يضيف في السياق عينه أن لكل كون تواريخ ممكنة، وعدة حالات ممكنة في الأزمنة اللاحقة التي تشبه الحاضر بعد مدة طويلة من خلقها، وهذه الحالات الممكنة لا تشبه الكون الذي تجري ملاحظته، ولا تتلاءم مع وجود أي شكلٍ للحياة. ويستعير من تشارلز داروين فكرة الانتقاء، حيث يعتبر أن الإنسان يختار من الأكوان ما يتوافق مع وجوده هو، على الرغم من ضآلة الإنسان بالنسبة إلى الكون، إلا أنه سيد عملية الخلق(38).

يندرج في هذا الإطار ما يقوله كراوس بأن "ثمة كونًا من لا شيء ... يبزغ طبيعيًّا، بل حتى حتميًّا، ويتساوق تساوقًا متزايدًا مع كل شيء تعلمناه عن العالم، فهذا العلم [علم الكون] لم يولد من إلهامات فلسفية أو دينية، أو من تنبؤات أخرى عن الطبيعة الإنسانية ... يجد هذا العلم ركيزته في التطورات الرائعة والمثيرة في علم الأكوان الأمبيري وفيزياء الجزيئات"(39).

نسوق هذا الكلام في معرض التجاذبات بين منتوجات العلم الكوزمولوجي (علم الكون) الأمبيرية ومدلولات الفلسفة السيميائية، في إطار القبض على ناصية الحقيقة التي يكتنفها أصل الوجود، الذي يُترجم في عالم الفيزياء بأصل الكون. بهذه الطريقة، يتحول السؤال الفلسفي إلى سؤال علمي، تجيب عنه فيزياء الذرّة الحديثة بالوصف الحدسي الذي قدّمه فاينمان: "الكون ليس له تاريخ واحد موحد، بل له كل تاريخ ممكن، ولا يمتلك وجودًا مستقلًّا"(40).

هذا الافتراض يعدم الحتمية التاريخية للكون(41)، ويتنافى كليًّا مع المفاهيم

(38) المرجع نفسه، ص 18.

(39) لورانس كراوس، **كون من لا شيء، مع تعليق ريتشارد دوكينز**، ترجمة غادة الحلواني (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع؛ القاهرة: منشورات الرمل، 2015)، ص 185.

(40) هوكينج ومولدينوو، ص 14.

(41) تُعرّف مجموعة كبيرة من الفيزيائيين (من فرنسيين وإنكليز وألمان)، في كتاب **العالم الكوانتي** (*Le Monde Quantique*)، الحتمية في الفيزياء، التي هي عبارة عن قدرة نظرية ما على التنبؤ بتطور نسق فيزيائي بطريقة مؤكدة من خلال الشروط والمعطيات الأساسية؛ فالميكانيكا الكلاسيكية، مثلًا، تسمح باحتساب مواقع مجموعة من الجسيمات وسرعاتها في كل لحظة عندما تكون مواقعها وسرعاتها الأساسية معروفة سابقًا؛ إشارة في ذلك إلى قوانين الديناميكا التي أرساها نيوتن:
Alain Aspect et al., *Le monde quantique*, Stéphane Deligeorges (dir.), coll. sciences et avenir 46 (Paris: Seuil, 1984), p. 225.

التي تأسست عليها صورته الكلاسيكية، إذ يتعارض مع الحس المشترك للناس جميعًا، المبني على تجارب الحياة اليومية، والذي بعثرته أعاجيب التكنولوجيا حينما اخترقت العالم الكمي تنقيبًا في عالم الذرّة، وحدقت في أعماق الكون مع بداياته الأولى.

إلا أن منجزات الفيزياء الحديثة تصطدم برؤية جديدة للواقع الفيزيقي، تتجاوز التناقض الذي أفصحت عنه، بين إمكانية الحصول على المعرفة من خلال الملاحظة المباشرة، وواقع الأشياء في حقيقتها. ولْنقُل إننا نتكلم على الفيزياء المجاوزة للفيزياء الحديثة، أو ما بعد الفيزياء الحديثة.

ومن أجل الوصول إلى مقاربة علمية لواقع الكون، يعتمد هوكينغ مقاربة يدعوها "الواقعية المعتمدة على النموذج". وهي تقوم على فكرة "أن أدمغتنا تترجم الإشارات الواردة من أعضائنا الحسية، بعمل نموذج العالم. وعندما ينجح هذا النموذج في تفسير الأحداث، نميل لأن نعزوَ إليه، وإلى العناصر والمفاهيم المكونة له، نوعية الواقع أو الحقيقة المطلقة"[42].

من هنا، يُلقى بالحقيقة الموضوعية للعالم من أحضان الطبيعة إلى النموذج الذي تضعه الذات، والذي يختلف بين ذاتٍ وأخرى، ولا يمكن التفاضل بين نموذجٍ وآخر إلا من حيث الملاءمة: "فلو تنبأت نظريتان فيزيائيتان أو نموذجان[43]* من هذا النوع بالأحداث نفسها بدقة، فلن يستطيع أحد القول إن أحدهما أكثر حقيقية من الآخر، وبدلًا من ذلك سيكون لنا مطلق الحرية في استعمال النموذج الأكثر ملاءمة"[44].

فالحقيقة التي نبحث عنها في تحديد أصل الكون ما عادت حقيقة ثابتة ونهائية، وإنما تحولت إلى احتمالات، وأحد هذه الاحتمالات يسمّى "الشروط

---

(42) هوكينج ومولدينوو، ص 16

(43) يتوسع كاكو في كتابه، **فيزياء المستحيل**، ترجمة سعد الدين خرفان، سلسلة عالم المعرفة 399 (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2013)، ص 60، بشأن النموذج في الفيزياء، وهو عبارة عن نسخة مبسطة للموضوع الذي يدرسه الفيزيائي، والذي يوصف بسلسلة من المتغيرات (كدرجة الحرارة والطاقة والزمن...).

(44) المرجع نفسه.

الحدية الفوضوية"، بتعبير هوكينغ. ويعني ذلك أن هذا الكون إما لامتناهٍ مكانيًّا، وإما هناك أكوان كثيرة إلى ما لا نهاية[45]، فهل يتحقق الأمر نفسه في عالم ما تحت الذرّة؟

خامسًا: التصور الملاذي[46] لنظرية الأوتار

إن انتصار قوانين نيوتن في الجاذبية يعود إلى أهميتها في وصف حركات الكواكب والنجوم. لكن هذا الانتصار تبدد مع أينشتاين الذي منح العالم صورة جديدة عن ماهية قوة الجاذبية. وحيث انتهى أينشتاين، يكمل منظّرو الأوتار مشواره بإقدام، ما جعل الفيزياء تقف أمام فتحٍ جديد، يجري من خلاله إيجاد إطار للتوفيق بين نظرية الكم والنظرية النسبية العامة[47]. فكانت نظرية الأوتار التي انعقدت آمال الفيزيائيين حولها، علّها تحل المعضلة الكبرى التي أمضى أينشتاين عقوده الثلاثة الأخيرة يفتش خلالها عن حل نهائي لها، حيث النظرية النهائية أو نظرية كل شيء.

وهنا يُطرح سؤالٌ مشروع: هل نظرية الأوتار نظرية علمية أم نظرية فلسفية؟ فهي تصور لنا الكون بشكلٍ أغرب كثيرًا مما يمكن أن نتصوره أو نتخيله، تمامًا كما فعلت النظرية "إم"، وتدفع بنا إلى رؤية جديدة للكون أبعد من حدود الخيال؛ إذ إنها تصف كل قوة وكل مادة، من الذرّة إلى الأرض وحتى حدود المجرات، منذ بداية الزمن وحتى دقته الأخيرة في نظرية واحدة. إنها نظرية تصف كل شيء!

تنص نظرية الأوتار على أننا نعيش في عالمٍ تختلط فيه الحقيقة بالخيال العلمي، وذي أحد عشر بُعدًا، أي أنه كون وله أكوان موازية، كون أنيق مؤلف من موسيقى الأوتار. لكن رغم ذلك الثراء الفكري، تدور تلك النظرية حول

(45) هوكينج ستيفن، **تاريخ موجز للزمان: من الانفجار الكبير حتى الثقوب السوداء**، ترجمة مصطفى إبراهيم فهمي (بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2016)، ص 207.

(46) عن مصطلح "تصور ملاذي": نظرية الأوتار هي الملاذ المعقول للخروج من أزمة التناقض القائم بين النسبية وميكانيكا الكم، وكذلك الفلسفة، فهي ملاذ الفيزياء الآمن للخروج من أزماتها المستجدة.

(47) الصغير الغربي، "نظرية الأوتار الفائقة بين الإغراء وإثارة الجدل"، موقع **الجزيرة-تكنولوجيا**، 11/1/2016، في: https://tinyurl.com/ycyrkwbt

فكرة بسيطة رئيسة مفادها أن كل ما في الكون، بدايةً من أدق الجسيمات وحتى أبعد النجوم، يكوّنه مكوِّن واحد، جدائلُ من الطاقة، مهتزةٌ وضئيلةٌ إلى درجة لا تصدق، تدعى "أوتارًا".

ومثلما تعزف أوتار آلة التشيللو الموسيقية تشكيلة غنية من النوتات الموسيقية، فإن أوتار نظرية الأوتار تهتز أيضًا بطرق مختلفة، لتصنع جميع مكونات الطبيعة[48].

بعبارة أخرى، يبدو الكون مع هذه النظرية كما لو أنه سيمفونية جبارة[49]، تعزف كل تلك النوتات المتعددة التي تعزفها أوتار الطاقة الضئيلة. صحيح أن نظرية الأوتار لم تتحقق بعد، إلا أنها تفصح عن تصور غريب للكون، ولكنه فائق الجمال.

لقد أفضى إخفاق توحيد النسبية العامة والنظرية الكمية في منظومة مرجعية واحدة تفسر حركة الجسيمات دون الذرية، وأصل الكون وجميع المسائل الفيزيائية، إلى ولادة نوعٍ من التفكير، يمكن أن نطلق عليه اصطلاحًا تعبير "التصور الملاذي"؛ فبعدما شكلت نظرية الأوتار ملاذًا ضروريًّا للتخلص من مأزق انسداد الأفق العلمي، خصوصًا أمام الانغلاق المرجعي عند حدود نظريتين، يقف منطق الواحدة على عتبة بنية متكاملة، تخالف البناء المنطقي لبنية النظرية الأخرى.

إن ذلك يُعد تأويلًا ذرائعيًّا فرضته حاجة الإنسان إلى الحصول على إجابات مبرمة، وأملاه المقتضى العلمي الذي يمتلك شروطًا تجريبية لا تتلاءم مع تجريدات الفلسفة ولا مع تصوراتها، ما يعني أن نظرية الأوتار شكلت مخرجًا منطقيًّا من معضلة استعصت على التجريب والبرهنة واقعيًّا. وهذا في واقع الأمر يدل على صنف نظرية الأوتار التي هي أقرب ما تكون في علميتها إلى مجال الفلسفة، بما لديها من نزوع دائم إلى التصورات. هذا ما فعلته نظرية الأوتار الفائقة

---

(48) برايان غرين، **الكون الأنيق: الأوتار الفائقة، والأبعاد الدفينة، والبحث عن النظرية النهائية**، ترجمة فتح الله الشيخ (بيروت: المنظمة العربية للترجمة؛ الجزائر: المعهد العالي العربي للترجمة، 2005)، ص 157-158.

(49) الجدير بالإشارة أن صحيفة **الأخبار**، العدد 3203، أفردت صفحة علمية، تحدثت فيها عن نظرية الأوتار. يُنظر: علي عواد، "نظرية الأوتار: الكون في رقصة دائمة من حولنا"، **الأخبار**، 17/ 6/ 2017، ص 9، يذكر فيها الجدل القائم في أوساط المفكرين والفيزيائيين بشأن هذه النظرية.

التعقيد، في فتحها باب الاحتمالات التي تصف طبيعة الكون، التي استفاضت في تجريدات تتسم بطابع منطقي لمئات التصورات المدرجة في قائمة الإمكان الإحتمالي (10^{500} احتمال).

إن الحل الذي خلصت إليه نظرية الأوتار يقوم، بحسب العالم الفيزيائي غرين، على تعديل "النسبية العامة لأينشتاين بالشكل الذي جعلها تتفق تمامًا مع قوانين ميكانيكا الكم. ووفقًا لنظرية الأوتار، فإن العناصر الأولية للكون ليست جسيمات نقطية، بل هي فتائل دقيقة أحادية البُعد تشبه الحلقة المطاطية المتناهية الصغر في سُمكها، والتي تهتز جيئة وذهابًا. ولا تنخدع بهذا الاسم: فعلى عكس أي قطعة عادية من الوتر الذي يتكون هو نفسه من جزيئات وذرات، فإن الأوتار في نظرية الأوتار توجد في أعماق المادة [...] يبدو أن نظرية الأوتار تزيل التناقض بين النسبية العامة وميكانيكا الكم. وكما سنرى، فإن الطبيعة الفراغية المتمددة للوتر هي العنصر الحرج الجديد الذي يسمح بإطار فريد متجانس يربط بين النظريتين. تقدم نظرية الأوتار بالفعل نظرية موحَّدة تقترح أن كل المادة وكل القوى تنشأ من مكوِّن أساس واحد: وهو الأوتار المتذبذبة"[50].

بهذا المعنى، يبدو أن نظرية الأوتار برمّتها إنما هي نظرية ذرائعية تعبّر عن الحاجة إلى تأويل منطقي[51] تجسَّد في المعنى الدلالي لأوتار مرادفة لتذبذب

(50) غرين، ص 158.

(51) من الأسباب التي تجعل فيزياء الكوانتُم تحتاج إلى تأويل منطقي: أولًا، إن ميكانيكا الكم تدرس كيفية عمل جميع القوى الموجودة في الطبيعة، ماعدا قوة الجاذبية؛ فلا أحد يعرف كيف تعمل تلك القوة على مستوى الذرات. من هنا، طرحت إشكالية معرفة جمع النسبية العامة وميكانيكا الكم في إطار موحد. فالمنطق يقول إن قوانين الطبيعة يجب أن تطبق في كل مكان، أي قوانين النسبية وقوانين الكم، فلا يمكن أن يكون هناك نسختان في كل مكان. ثانيًا، هناك مشكلات علمية-فلسفية عديدة بخصوص فهمنا هذا الكون، ومنها مشكلة الثقب الأسود (black hole)، الذي كان الفلكي الألماني كارل شفارتسشيلد (Karl Schwarzschild) أول من تنبأ في عام 1916 بوجود ما بات يسمّى في ما بعد ثقوبًا سوداء. وفي الوقت الحالي، اكتشف العلماء أن في الفضاء مناطق لها شد جذب هائل للغاية، فأيقنوا بأنها ثقوب سوداء. من هنا ظهرت مشكلة جديدة في الفيزياء تمحورت حول إمكانية فهم ما يجري داخل ثقب أسود: هل نستخدم النسبية العامة أم ميكانيكا الكم؟ ومَكْمن المشكلة هنا، أنه لا يمكن تجنب استخدام كلتا النظريتين في الوقت نفسه، ولا يمكن استخدامها في وقت واحد لأنهما تتصادمان. لكن لا بد أن يكون الكون معقولًا، ولا بد من وجود وصف موحد للكون. لذلك يسعى منظّرو الأوتار إلى إيجاد نظرية معقولة منطقيًّا، لتصف الكون. وبناء عليه، ننصح لمن يريد التوسع بمعلوماته عن الثقب =

آراء الفيزيائيين فيها؛ فالاهتزاز المتذبذب تعبير علمي بالمعنى الدقيق للمعادلات الرقمية، ويفتح كوة ضرورية لاحتواء فضاء الإحكامات الرقمية كلها، بما في الفيزياء من معادلات غير متوائمة فسّرت فيها النسبية العامة حركة الجسم المادي على أساس مرجعي مخالف لِما نجم عن النظرية الكمية من افتراضات احتمالية لحركة الجسيم دون الذري.

من هنا وجب التأويل، المحكوم في هذه الحالة بالنظر في عصارة المدلول السيميائي لنظريتَي النسبية العامة والنظرية الكمية، فتولت نظرية الأوتار بمؤدى ذلك مهمة المواءمة العلمية المتعذرة، عبر التوليف المعقولي- المنطقي المتاح الذي جمع كلتا النظريتين في ما يمكن اعتباره حلًّا فلسفيًّا لمشكلة علمية.

ولأن العلم ينتمي، هو أيضًا، إلى فضاء معرفة الإنسان المحدودة بحدود وعيه المتناهي أمام لامحدودية الوجود، فلا بد إذًا من أن تثير الأسئلة العلمية عامةً والفيزيائية خاصةً، في حدها الأقصى، إجابات أنطولوجية، بما يجعل من التأويل شرطًا ملازمًا لتفكير الموجود بالوجود. إنها وعي ذاتي بحقيقة العالم كما تبدت عليه فلسفة الكوجيتو عند ديكارت. فإذا كان وحده ما هو مُتمثل ومُدرَك كفكرة واضحة ومتميزة، يحمل علامة الحقيقي، ويتلخص في عبارة بركلي الشهيرة: "الوجود إدراك".

وكنتيجة لهيمنة التمثّل كوسيلة وحدية للإدراك والمعرفة، سيصبح العالم "عبارة عن رؤية العالم vision du monde مع ظهور الكوجيتو الحديث، الذي يمكن القول عنه إنه ليس مطلقًا، وإنما ينتمي إلى ذلك العصر الفلسفي الذي أصبح فيه العالم فيه تمثلًا ولوحة أمام الذات. وابتداء مِن تأويل ديكارت للإنسان كذات، يتعين عندها 'الموجود كتمثل والحقيقة كيقين للتمثل'، تجدر الإشارة إلى أن هذا يعتبر بمعنى من المعاني، اختصارًا لماهية التأويل عند هايدغر"[52].

= الأسود الاستعانة بكتاب جان بيير لومينيه (Jean-Pierre Luminet)، **الثقوب السوداء** (*Les trous noirs*): Jean-Pierre Luminet, *Les trous noirs* (Paris: Pierre Belfond, 1987), p. 221.

حيث إنه أفرد فصلًا كاملًا لتشكيل الثقوب السوداء، استنادًا إلى ما يقوله هوكينغ من أن الثقوب السوداء وُجِدت مع بدايات لحظات الكون نتيجة الضغط والطاقة الهائلين اللذين أجبرا حبيبات من المادة أن تتكثف لتصبح ثقوبًا سوداء.

(52) الدواي، ص 56-57. ولعل ما يشير إليه هو اختصار لماهية التأويل عند هايدغر.

بهذا المعنى، إن التمثّل الذي فرض على علماء الفيزياء ابتكار نظرية الأوتار، توخيًا لفهم الظواهر الفيزيائية العالقة، قد يحيل إلى النظر في ماهية تفكر الذات وتمثلها للأشياء والموجودات، كبنية نسقية متكاملة، تعبّر بالمعنى الأركيولوجي لفوكو عن جذور المعرفة المتخفية في طبقة الإبستيمية[53] التي يختمر في داخلها جميع الأسباب التي تطفو على شاكلة أقوال وتفسيرات وشروحات وتأويلات...

فإذا ما كانت نظرية الأوتار تنتمي إلى صنف الفرضيات العلمية المستعصية على التجريب والبرهان، فمن شأن ذلك أن يشرع تأويل تصورات علماء نظرية الأوتار، باعتبارها تمثلًا إدراكيًّا يعبر عمّا يعتمل في ذوات العلماء الفيزيائيين أنفسهم من أقوال متصلة بالمسطح الإبستيمولوجي لفهم العالم، انطلاقًا من نقطة نسيانهم اختلاف الوجود هنا ... عن الوجود هناك، فنسيانهم اختلاف محدوديتهم الزمنية عن لامحدودية العالم، بالمعنى الهايدغري الذي ذهب إلى أن الإدراك بذاته، أكان في صنف تاريخي أم علمي، يُعد تمثيلًا ذاتيًّا، يتأول بموجبه الشيء المفهوم أو المعقول، يغدو التأويل فعلًا مقترنًا بعملية الفهم اللحظوي، وليس منهجًا معياريًّا خاصًّا، فيُستدل من فهمنا الأشياء على وضعية وجودنا الآني حيال هذا الوجود المطلق.

ثمة منافذ عدة لمعضلة محدودية فهمنا[54] الشامل للكون، منها مجال التكهن بوجود مصادفةٍ ما، أو أن الكون ولِد لغاية ربانية-إلهية لا يعلم سرها غيره. وهذا قد يُعد مخارجَ تجاوزيّةً يتعدى فيها الوعي الإنساني حدود الإدراك التزامني التتابعي التواصلي، الذي أدت فيه نظرية الأوتار إلى لمحات خاطفة صوب منطقة جديدة وغريبة من العالم، مختبئة تحت طول بلانك (Planck length)، وهي

(53) يعرّفها الدواي بطريقة مبسَّطة. يُنظر: المرجع نفسه، ص 143.

(54) السؤال الذي يمكن أن يُطرح هنا هو: ما الذي يوهمنا بالقدرة على فهم تعقيد الكون من الأساس، فضلًا عن تسليط هذا التعقيد في نظرية مبسطة على هذا النحو؟ يقول أحد الفيزيائيين إن عقول الكلاب ليست مصممة على نحو يمكنها من فهم الفيزياء، لكن ماذا عن عقل الإنسان؟ كيف نوقن أننا جاهزون لفهم أعمق قوانين الكون؟ من ناحية أخرى، يقول إن الفيزيائيين يتفقون بشأن قدرة عقل الإنسان على ذلك. ويضيف أنهم أمسكوا الخيط حيث تركه أينشتاين، وهو خيط البحث عن قوانين التوحيد (unification) التي تعني أن صوغ أي قانون، وربما أي شيء مشاهَد في الكون من فكرة وحيدة، ما زال الفيزيائيون يحاولون الوصول إليها. يقول غرين إن هدف الفيزياء هو تفسير أكبر عدد من ظواهر الكون، بأقل عدد من المبادئ التي تتقلص لتكون أكثر بساطة، وإنه إذا استطاع الفيزيائيون ذلك، يكونون قد حققوا إنجازًا مهمًّا.

المنطقة التي يُحتمل ألّا يوجد فيها مفهوم للمكان أو للزمان. وفي أقصى الناحية المضادة الأخرى، رأينا أن عالمنا قد يكون فقاعة من فقاعات رغوية لا حصر لها على سطح محيط كوني شاسعٍ مضطرب، يسمّى العالم المتعدد[55].

يبدو أن تسمية عالِم الفيزياء غرين مؤلَّفه الشهير حول الأوتار الفائقة والأبعاد الدفينة، بـ**الكون الأنيق**[56] قد يُتنسم منه شيء من الإلهام الفني، ولا سيما بعدما تبين أن الوصول إلى الحد الأقصى والمطلق لتفسيرات العلم، سيعدم مسوّغات العقل الذي يسعى بطبيعته إلى اكتشاف، ومن ثم اكتشاف ما يمرن دأبه على إحياء جذوة التفكير بالذي لم يُفكَّر فيه من قبل.

والفن في هذه الحالة يشكل ذروة الإحساس البشري بالذي لم نقدر على تفكيك علّة تفكيرنا فيه على هذا النحو أو ذاك. وهو يعبّر عن حالة تذوّق متصل بالحدس الكلي لمظهر غامض ومعقد، لا بالمعنى الذي ساق فيه أرسطو والفارابي وابن سينا علّة الاتصال بالعقل الفعال بشكلٍ مباشر، بلا توسط حسي ولا تدخّل عقلي فحسب، وإنما كإشراق للحقيقة يؤكد طبيعتها الكلية، التي تجزأت في إبستيمولوجيا العلوم الفيزيائية على ما أنتج نظريتَي النسبية العامة والنظرية الكمية، إضافة إلى مئات الاقتراحات العلمية الأخرى.

وفي هذا الصدد، لن ننتهي إلى مقترحات فنية أو صوفية، تخالف الطبيعة البحثية لأي مكابرة علمية تفضي إلى إنجازات مضيئة[57]، ما دام أن العلوم الفيزيائية، كما غيرها، ما زالت مفعمة بالتفاؤل، بما لديها من رغبة في اقتحام عتمة كون، لا نعرف ما إذا كان "أنيقًا" أم لا.

---

(55) غرين، ص 421.

(56) يُنظر: برايان غرين، سلسلة "الكون الأنيق 1: حلم أينشتاين"، *Dailymotion*، 24/ 10/ 2013، في: https://tinyurl.com/yrcvpzvy

(57) أفادت صحيفة **الحياة** (لندن)، نقلًا عن "رويترز- واشنطن: تصادم كوني يغير مفاهيم عن الكون"، 27/ 4/ 2018، ص 20 (الصفحة الأخيرة)، بأن علماء الفلك رصدوا المراحل الأولى لميلاد عنقود مجري من خلال احتشاد 14 مجرة على مساحة تقدر بـ 90 في المئة من مساحة الكون المرئي، وذلك يتعارض مع نظريات نشوء الكون وجميع الفرضيات المتعلقة بها ("البيغ بانغ"، النظرية "إم"...)، وينتج منه انطلاق كميات هائلة من المادة المظلمة وثقوب سوداء وغازات بالغة السخونة، وتكوّن كتل أكبر من كتلة الشمس بكوادريليون مرة (مليون مليار مرة).

إلا أننا ندرك أن الأناقة لا تُعقل، إنما تُتذوق بحس فني أجاز للرسام بول كلي، الذي أرَّقَه سؤال: "هل يجب أن يكون كل شيء معروفًا؟"، أن يصرح في مقاله المنشور عام 1928 تحت عنوان "تجارب دقيقة في مملكة الفن"، بأن بحثًا دقيقًا يمكن أن يقود الفنان إلى الضروري والعملي، فـ"التحليل والبحث يمكن أن يعرضا للفنانين جوهر العالم... باختصار يجب أن نستدعي فيلسوفًا أو ساحرًا، يجب أن ننظم فصولًا دراسية في أيام العطلات خارج المدارس في الهواء الطلق، تحت الأشجار، بالقرب من الحيوانات على شواطئ الأنهار. علينا أن نعطي دروسًا في موضوعات مثل بناء السر. إننا نبني بلا انقطاع. لكن الحدس يظل أمرًا جيدًا، من دونه يمكنك أن تفعل أشياء معتبرة، لكنك لن تفعل كل شيء [...] فكر في الأقطاب والعناصر المتعارضة، الكوني ينتمي إلى الأرضي، الكون جسم كروي واصل حفاظه على أسراره، في حين أن البشر يسعون إليه على الأقل بالروح"[58].

البشر يتوقون إلى اغتراف الحقيقة المحجوبة عن أعين العلماء المصرين على تفحّص آلية عمل الجسيمات دون الذرية، في المدى المنظور على الأقل. لكن عندما يدرك علماء الفيزياء عجزهم، بعد رحلة طويلة من السعي الحثيث إلى فك لغز الوجود، يلوذون بالصمت والتواضع، خشوعًا أمام عظمة السر الكامن والعصي على الإدراك. إنها الحقيقة التي انتهى إليها أينشتاين، إيمانًا بمشيئة إلهية ضرورية. أما من لم يؤمن بالله، فلاذ إلى حيث الغابة السوداء، تبعث على التأمل بالذي أخفق فيه التفكير والتفكيك (هايدغر).

أما الآخرون، فجلّهم خلُص إلى نوعٍ من السمو الروحاني أو إلى حالة من وجد صوفي أشبع حاجتهم إلى الامتلاء بالحقيقة، التي تجلت بالهيئة التي تتيح أن تتذوق بساطتها دفعة واحدة، ليبقى السؤال: أمن المفيد أن نرسم الكون رسمًا فنيًّا يشعرنا بالامتلاء من الحقيقة، أم أنه من الأجمل أن ندركه عقليًّا من دون حل عقدة المعرفة المطلقة؟!

(58) سمير غريب، "معرض بول كلي: حياة من أجل الفن"، صحيفة **الحياة**، 5/ 9/ 2017، ص 12.

لعل الحقيقة تتبدى لفيلسوف يجيد إشعال فتيل حدسه بصورة أفضل ممّا تتجلى لعالمٍ فيزيائي محكومٍ بعلّة التجزيء والاختبار. أو لنقُل، لعلها تستدر بطبيعتها حدس فيلسوف، ولا تتناغم مع بصيرة فيزيائي، إنها أقرب إلى استبصارات فنانٍ متفلسف يحتاج دائمًا إلى تغليف مرارة الحقيقة بشيءٍ من عذوبة الفن، على النحو الذي عبّر به نيتشه لتوصيف تلك الحالة: "الفن، ولا شيء سوى الفن، لكي لا نموت من الحقيقة"!

خاتمة

إن مقاربة مسألة علمية من منطلق فلسفي مقاربة شائكة، قد يعتريها خطبٌ بنيوي متصل بالمنبت الذي آل بالفلسفة إلى أن تنحوَ منحًى تصوريًّا، تاركةً الفيزياء تشتق صيرورتها من الانغماس أكثر فأكثر بانهماكات تجريبية، مغايرة بالنوع للاهتمامات الفلسفية؛ ذلك أن صنف العلوم الاختبارية لا يصلح مجالًا لمختبرٍ فلسفي، ما دام أن للفلسفة فضاءً خاصًّا يتسم بطابعٍ أعم وأشمل من تفرعات العلوم التطبيقية، تلك التي لم تستطِع إنجازاتها التقنية الباهرة أن تجيب عن الأسئلة الفلسفية الكبرى. فالحاجة إلى الإجابة عنها أصبحت ملحة، مع ازدياد رفاه الإنسان وكفايته المنغصة بنقص الإجابة عمّا بعد "الهُناك".

لقد ذلل التطور التكنولوجي الناجم عن القفزات النوعية في علم الفيزياء، العديد من العقبات التي تواجه حياة الإنسان العصري. ويمكن القول إنه بمؤدى ذلك التطور ارتفع المعدل الوسطي لعمر الإنسان بالتساوق مع تكاثر أعداد البشر بشكلٍ مطّرد، ما استدعى اللجوء إلى ما يسمّى صناعة الزراعة مثلًا، من أجل توفير نواقص الحاجات الغذائية الناتجة من هذا التكاثر.

بناء عليه، يشهد كوكبنا وفرة إمكانات هائلة تقارب نسبتها الزيادةَ السكانية المتنامية، إلا أنها في المقلب الآخر تعقد السؤال عمّا بعد أكثر فأكثر، بقدر ما تجعله وجيهًا في جميع المجالات، ولا سيما المادية والميتافيزيقية.

من هنا، بات لجم الوتيرة المتصاعدة للعلوم التطبيقية ضربًا من ضروب الوهم، ولا سيما الفيزياء التي صارت تشبه في مآلاتها ماردًا خرج من قمقمه ليتحكم في مصائر البشر، عبر استلابهم إلى رفاهٍ تكنولوجي موازٍ للتهديد النووي الذي يعيق عيشهم بمخاوف من الآتي.

لذلك، تتجاوز كل مقاربة فلسفية لأبرز نظريات الفيزياء الحديثة، الهواجس البسيطة لمخاطر الفيزياء التقليدية، لتصل إلى إعادة النظر في الاعتداد الذي اعتقدناه في أنفسنا، وإلى الاعتراف بتواضع إمكاناتنا الذهنية، تخفيفًا من الآمال التي كانت قد عُلّقت على الفيزياء، ولا سيما بعد أن اصطدمت نظرية الكوانتُم بأحجيات غريبة يتعذر حلها بشكلٍ نهائي، نظرًا إلى كثافة الاحتمالات التي تطرحها.

فإذا ما أردنا تفسير علّة نشأة الكون مثلًا، لا يبقى لنا سوى الافتراض المفتوح على إمكان نقضه بما لا يسمح لنا بالارتكان على مبدأ واحد موحد.

واللافت في هذا السياق هو الاهتمام المنقطع النظير، الذي يبديه علماء فيزياء الكوانتُم تجاه أسئلة فلسفية تتخطى، بطبيعتها، منحى النظر المنهجي في ما يُشكل إحياءً متجددًا للحيّز الميتافيزيقي، الذي يتصل فيه الاعتقاد المقترن بالإيمان. وذلك لأن ما توصلت إليه الفيزياء الكوانتية يبعث على التصور الذي يستمد من المتخيلة حقائق ظنية. وهو كذلك، لأنه يحلّق في أفق رغبتنا في أن يكون الشيء على ما هو عليه.

من هنا، كان الاهتمام بالفلسفة في زمن فيزياء الكوانتُم مسألة أنطولوجية بامتياز. وقد يأتي من باب الاشتهاء الذرائعي، لا لأن الفلسفة مؤهلة لفبركة مقولات اعتقادية ونظريات تجريدية فحسب، بل لأن العلم الفيزيائي أثبت أيضًا محدوديته كل مرة ظن فيها أنه تجاوز نفسه إلى ما يجعل من السؤال عن اللامحدود سؤالًا علميًّا وفلسفيًّا في الآن نفسه؛ ففي كل قفزةٍ علمية، نشهد عودةً إلى إحياء الحيّز الميتافيزيقي، وإن بطرق مختلفة، كتلك التي ينتهجها الفلاسفة أو... المؤمنون، وذلك على اعتبار أن كل ما يقع في مجال الفلسفة هو من صنف التجريدات النظرية، المستولدة من استيهامات التصورات الذاتية للفلاسفة، الذين لم يقدموا حلولًا عينية مباشرة، للمشكلات الوجودية التي يُعاني منها الإنسان، والتي لم يعالجها اكتشاف أو منجز، بل اصطحبت معها كوكبة من التساؤلات عمّا بعد ذلك الاكتشاف وذلك المنجز...

ولأن الفلسفة بالمفهوم الذي ذهب إليه معظم فلاسفتها، تنهل من الميتافيزيقا جُل تصوراتها لِما وراء الوجود وما بعد الطبيعة، أعاد فيزيائيو الكوانتُم إحياء السؤال عينه وبالصيغة نفسها، بعد أن أخفقوا في الوصول إلى نتائج يقينية محددة عبر الوسائل التجريبية الحديثة، التي تجاوزوا بها الوسائل التقليدية للفيزياء الكلاسيكية.

وبعد أن اتسعت الهوة بين قوانين الفيزياء الكلاسيكية وقوانين الفيزياء الكوانتية، وجد علماء الفيزياء أنفسهم أمام أحد خيارين: إما إعادة النظر في المنظومة المرجعية للفيزياء الكلاسيكية، التي ترتكز تجاربها واختباراتها على قوانين ومنطلقات ثابتة في النظر إلى ظواهر متغيرة، وإما اللجوء إلى ملاذ ذهني مبني على تصورات وحدوس آنية، كالذي شكلت فيه الفلسفة مساحة للتأمل أو التفكر، في الأسباب التي حَدَت بالذات إلى الانشغال في أمور، تفوق مقدرتها على التأكد والتيقن، وهذا دأبٌ فلسفي بامتياز.

كل ذلك يندرج في خانة الكلام النظري البحت، الأمر الذي يستدعي التمعن ومراجعة تفكيرنا في الأشياء الماثلة أمامنا كما تبدو عليه المسافة القائمة بين المعقولية والواقعية، أي بين ما يدور في ذهننا عن تلك الظاهرة، وما يحصل للظاهرة نفسها بمعزل عن تفكيرنا فيها.

ربما تعود المعضلة الأساسية، الناجمة عن إخفاقات فيزياء الكوانتُم في الوصول إلى نتائج حاسمة ونهائية، كالتي تعود عليها العلم في يقينياته، إلى عيب المنبت، أو لِنقُلْ إنها متصلة بجذور البنية التي حالت دون توحيدٍ مرجعي صرف بين النسبية العامة والنظرية الكوانتية، على أرضية تسمح بالارتكان إلى مسلّمات مبدئية في الاستدلال الاختباري، لعلمٍ انشطر إلى عِلميْن (فيزيائيين)، حتى بات الفهم العلمي للفيزياء المعاصرة يعاني مشكلة القياس التقليدي الرائج في تراث الفيزياء الكلاسيكية، في التقاط سر التأرجح الكمي، الذي عبّرت عنه افتراضات لا تُحصى قدّمتها احتمالات نظرية الكوانتُم، ما جعل هذه النظرية تجد نفسها على تخوم التفسير البرهاني، الذي دل على أن الاحتمالات الخاصة بالنظرية الكوانتية أوصلتها إلى آفاق لا إلى نتيجة.

كل ذلك أدى إلى الإقرار بوجود عالَم مختلف عن العالَم الذي استبصرنا كنهه بالمنظار الكلاسيكي وعبر مناهج كلاسيكية عاجزة عن النفاذ إلى ماهية الجسيمات ما دون الذرية الفيزيقية، تلك التي تتسم بطبيعة طيفية لا تفسَّر في منطق العلّة والمعلول، إنما بشيء من التأمل في التصورات الماورائية، التي تتحدر من الميتافيزيقا.

وذلك يعني إطاحة موصوفة، أو الأحرى تقويضًا هدميًّا لقانون الارتباط العضوي بين السبب والمسبب في اقترانهما الحتمي، ما قد يشي بأن ثمة متغيرًا خفيًّا موجودًا بحكم ضرورة إدراك دوافع وعلل، ما زال الوعي قاصرًا عن الإحاطة بها وإدراكها تجريبيًّا.

يتماثل ما سقناه مع مبدأ الاعتراف بوجود خالق، أو سمّه ما شئت، علّة أولى، واجب الوجود، وكل ما أقرت به الفلسفات الميتافيزيقية... من منطلق الاستلاب إلى ما أملته حتمية الاعتراف بأنه لا يمكن شيئًا أن يوجد من لا شيء، وأنه لا بد من محرك يحرك ولا يتحرك، بالمعنى الذي ذهب إليه أرسطو وأتباع فلسفته ذات المنطق السببي، الذي يتعارض مع مبدأ ظهور شيء من لا شيء، أو خلق من العدم، كما اعتقد فيزيائيو نظرية الأوتار، وعلى رأسهم هوكينغ، الذي آمن بقدرة الكون على خلق نفسه في الزمكان من دون حاجة إلى وجود إله يُشعل فتيل الخلق.

إن التجاور الحاصل بين منطلقين علميين (النسبية العامة والنظرية الكمية) في الفيزياء هو نتيجة إخفاق منهجي متصل باختلاف استهداف كل منهما على حدة، فالأول يخوض في تفسير منظورات كبيرة تعانق الكون في أعظم أبعاده، بينما يخوض الآخَر في المنظورات الهائلة في الصغر، والتي تندرج في خانة اللامحدود في الضآلة. لكن الاثنين ينفذان إلى حقيقة واحدة، وهي حقيقة أصل الوجود.

بيد أن ذلك التجاور ترتبت عنه أولى الإطاحات بالمبدأ التطوري الذي انبنت عليه النظريات العلمية، والذي ساهم في الوصول إلى نتائج باهرة على مستوى التقنية، منذ أن بدأ العلم ينفصل عن الفلسفة ليشق طريقًا مغايرًا لطريقها؛ فجديد فيزياء الكوانتُم، وهو الذي بُني على مبدأ اللايقين، تجاوز التوقعات إلى الحد الذي لم يصدقه الفيزيائيون أنفسهم بأن الـ"فيمتوثانية" هو المقياس

النهائي للضوء، حينما حصلت الفرنسية السويدية آن ليلييه (Anne L'Huillier) والهنغاري-النمساوي فيرينس كراوس (Ferenc Krausz) والفرنسي بيار أغوستيني (Pierre Agostini) على جائزة نوبل للفيزياء للعام 2023، تقديرًا لابتكارهم طرقًا تجريبية ذكية جدًّا وفائقة الدقة، تولّد نبضات ضوئية بسرعة "الأتوثانية" لدراسة الإلكترونات القابعة في تركيب المادة(1).

هذا الإنجاز المذهل لم يقوض النتائج التي أسفرت عنها النسبية العامة، التي أفادت توظيفاتها العملانية بالتجاور مع الفيزياء الكوانتية، في دفع عجلة تطور التكنولوجيا نحو مستويات واعدة بالحصول على ما أبدعت في البحث عن سره فيزياء الكوانتُم، استنادًا إلى التصورات النظرية التي تقول بوجود طاقة مظلمة تؤثر في حركة الأجسام بالقدر الذي لا يعرف فيه مدى كميتها ولا مستوى جاذبيتها الموجبة أو السالبة.

من هنا، يجوز القول إن معاكسة مبدأ التجاور لمبدأ التطور تقع في مجال التصورات الفلسفية التي لطالما تجاورت فيها النظريات الفلسفية، وصولًا إلى ما فسَر فيه فوكو، ومعه فلاسفة الاختلاف، وجود العالم وأشيائه الطبيعية على أنها مسائل منافية لطبيعة العقل البشري الذي ينحو إلى التصنيف والتبويب المنهجي، الذي نقيس به الغائب على الحاضر، والميتافيزيقي على الفيزيقي، والمجرد على العيني...

وفي هذا السياق، لسنا في وارد القيام بمواءمة مصطنعة بين الصفة الاحتمالية لحركة الجسيمات ما دون الذرية، العصية على الانتظام بحسب الضرورات المنطقية للمعقولات المدرَكة من جهة، واختلافات فوكو الأركيولوجية التي نادت بالاختلاف، كمبدأ متأصل في جميع الأشياء الفيزيقية والظواهر الطبيعية، من جهة أخرى، فحتى أنطولوجية هايدغر تتسم بالاختلاف في النظر الفينومينولوجي إلى الوجود الذي نستحضره، عبر متعيناته الموجودة أمامنا، على نحو ما تدركه الذات منها...

---

(1) شادي عبد الحافظ، "نوبل للفيزياء 2023... أسرع ومضة ضوء في التاريخ كله"، **الجزيرة نت**، 4/ 10/ 2023، في: https://tinyurl.com/yjwf4m3w

فوجود الذات التي تختبر حالة معيّنة في فيزياء الكوانتُم، يدخل في عِداد العوامل المؤثرة في تغيير وجهة سلوك الأجسام ما دون الذرية، إذ بيّنت تجربة الشق المزدوج، مثلًا، أن الإلكترون يتصرف كموجة في بعض الأحيان وكجسيم في أحيان أخرى، ويتغير سلوكه بحسب وجود المراقب أو غيابه، ما يعني تغيّر وجهة الاحتمالات في حركة الأجسام ما دون الذرية، من خلال تغيّر وضعية الذات التي تقيس الحالة الفيزيائية، كتغيّر الدالة الموجية للجسيم، وذلك يتفق مع دعاة الاختلاف الفلسفي، الذين يؤمنون بالاختلاف كمبدأ متأصل في جميع الأشياء التي تتبدى لنا على نحوٍ يحاكي رغبة الذات في التنظيم والتبويب والترتيب.

ولقد استحضرنا فلاسفة التأويل، بموجب الحاجة إلى تفسير عملية التحول في طبيعة الجسيم دون الذري، بما يحاكي تبدلات وضعية الذات المتغيرة أبدًا، على ما يجعل من تفسير العلاقة بين الطرفين أقرب ما يكون إلى مقاربة تعقد صلة مفترضة بينهما، قائمة على تبدّل حالة الجسيم من جهة، وتغيّر وعي الذات المؤولة للظاهرة الفيزيقية من جهة أخرى، ولا سيما أن التأويل في فيزياء الكوانتُم لم يقتصر على فرضية وجود أكوان متعددة، ولا على التنبؤات الاحتمالية حال التبدلات الهائلة في أي ظاهرة مختبرة.

ذلك أن الإخفاق في ضبط مستويات الطاقة بصورة حتمية صار متصلًا بالعجز المتجذر في تحديد مصدر الطاقة المظلمة على سبيل المثال، الأمر الذي أدى إلى تبدلٍ نوعي في أسس الفيزياء الكلاسيكية، التي كانت قائمة على قواعد وقوانين ثابتة. فعلى سبيل المثال، كان لقانون الحركة الذي بُني على مبدأ الحتمية الأهمية البالغة في تحديد موضع جسم ما، والتنبؤ بمساره، في حال عُرفت سرعته والزمن الذي يستغرقه لقطع مسافة معيّنة. لكن الفيزياء الكوانتية تضرب مقدسات الحتمية للفيزياء الكلاسيكية؛ لأن قوانين الحركة ستخضع لمبدأ اللاحتمية أو اللايقين الذي عبّر عنه هايزنبرغ وصاغ معادلاته شرودنغر، فالإلكترون يتحرك في فضاء هيلبرت، أي في كل مكان ممكن، وليس في الإمكان التنبؤ بسرعته وموضعه في وقت واحد.

من هنا، نتبين أن قوانين الفيزياء الكلاسيكية لا تقيم وزنًا للذات التي صار لها دور فاعل في فيزياء الكوانتُم، من خلال تأثيرها في الظاهرة المستهدفة، لينفتح

بمؤدى ذلك مجال للنفاذ إلى "وضعٍ يعني الأفق"، وهذا تعبير فلسفي استولده غادامير ليحاكي تأويل أفق محدوديتنا الناظرة في اللامحدود. وسيبقى ذلك اللامحدود ماثلًا أمام وعينا، على شكل أفق نسعى إليه عبر التأمل في الذي ينسينا أو يلهينا عن وضعيتنا المحدودة في الزمكان.

فحال الفيزياء التجريبية مع الفلسفة التجريدية، كحال النسبية العامة مع النظرية الكمية، اللتين أخفقتا في الاتفاق والتوحد على ما يجمعهما على أرضية مشتركة، حيال النظر في الأمور الفيزيقية نفسها. وما الملاذ الذي لجأت إليه نظرية الأوتار إلا عبارة عن هروب من العجز المطبق على جهود الفيزيائيين، في كبرى محاولات الوصول إلى النظرية الموحدة أو النهائية.

وما قمنا به في المقاربة الفلسفية لفيزياء الكوانتُم سوى واجب أملاه المقتضى المنهجي في تلك المقاربة، من منطلق فلسفي؛ فالمقاربة الفلسفية استدعت التأويل من بابه الواسع، عندما أعادت إحياء دور الذات التي شكلت قاسمًا مشتركًا بين فيزياء الكوانتُم والفلسفة، أو بالأحرى بين جميع التبدلات الاحتمالية غير المحصية لفيزياء الكوانتُم، والمتغيرات اللامحدودة في وضعية الذات، بالشكل الذي أحيت من خلاله الفلسفة المعاصرة، أو بالأحرى جميع فلسفات ما بعد الحداثة، التي أنكرت وجود حقيقة موضوعية مطلقة، وأقرت بوجود حقائق متعددة ونسبية ترتبط بوجود الذات المدركة عينها، أسئلتها عن علّة الكون والحياة والله... بما يتيح مقاربة مع نظرية الكوانتُم التي ما إن أعاقها عقم الإجابة اليقينية حتى أحالت السؤال إلى الذات.

وما الافتراضات المتأتية من الذات إلا عبارة عن إحالات تصورية، لِما يستعصي على التجريب، عبر هيئات موجودة في تصوراتنا لِما يقبع خلف هذا العالم، أو ما يوجد هناك، ما وراء الطبيعة، في الميتافيزيقا أو ما وراء الوجود.

وهنا بالذات جرى إحياء مبدأ التأويل، الناجم عن طفرة تصورات للذوات المختلفة باختلاف التفسير الداخلي عمّا هو خارجي (أي خارجها).

لقد استعان فيزيائيو الكوانتُم بتلك المساحة الفلسفية، من أجل تعبئة الفراغ الناتج من اصطدامهم بما يخالف المنطق المألوف للفيزياء الكلاسيكية، الذي

لا يمكن أن تتحمل تبعاته براهين العلم، بقدر ما تتسع له تحليلات الفلسفة؛ فالافتراضات والتصورات التي تشكّل مسرحًا لنظريات فيزياء الكوانتُم، كانت في الأساس المسرح المطلق لكل عملية تفلسف، وذلك على غرار ما وصل إليه فلاسفة الاختلاف، كالإقرار بأن لا حقيقة أقوى من حقيقة الاختلاف في موجودات الطبيعة كافة، بما يخالف آلية التفكير المنطقي للاستدلال والاستطراد، وجميع أنواع القياس الذهني المترتبة على توقنا إلى التصنيف والترتيب والتنظيم، بين أشياء أخرى مختلفة. وعلى هذا الأساس، يمكن القول إن عالِم الفيزياء المعاصر هوكينغ استعان بفكرة الاختلاف المتجذرة في منظومة فوكو الفلسفية، من أجل تفسير علّة المراوحة العقيمة في تجريبية فيزياء الكوانتُم، التي لا يعود سببها إلى العالَم الفيزيقي نفسه، وإنما إلى باراديغم محكوم في العقل، بعمل على أساس القياس الاستدلالي على المتماثلات.

خلاصة القول، كلما زادت فسحة الاختلاف بين موجودات الطبيعة، زادت إمكانية التأويل... وكلما زادت فسحة الفلسفة، ضاقت فسحة العلم بالمعنى القديم... وبالقدر الذي ترفض فيه الفيزياء مبدأ الاختلاف، وتسعى جاهدة إلى التوحيد ما أمكن، تقر الفلسفة بالاختلاف كحقيقة أصيلة!

المراجع

1-العربية

أينشتاين، ألبرت. **أينشتاين والنظرية النسبية**. ترجمة رمسيس شحاتة. عمان: الأهلية للنشر والتوزيع، 2014.

ابن رشد، محمد بن أحمد. **في جوهر الأجرام السماوية**. نقله إلى العربية عماد نبيل. بيروت: دار الفارابي، 2011.

أبو ريان، محمد علي. **تاريخ الفكر الفلسفي**. ج 2: **أرسطو والمدارس المتأخرة**، ط 4. القاهرة: الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1974.

أرسطوطاليس. **الطبيعة**. ترجمة إسحق بن حنين مع شروح ابن السمح وابن عدي ومتى بن يونس وأبي الفرج بن الطيب. حققه وقدم له عبد الرحمن بدوي. القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2007.

أفلاطون. **أفلاطون في العلم: محاورة ثياتيتوس**. ترجمها عن النص اليوناني مع مقدمات وشروح عزت قرني. الكويت: مجلس النشر العلمي-جامعة الكويت، لجنة التأليف والتعريب والنشر، 2001.

أومنيس، رولان. **فلسفة الكوانتُم: فهم العلم المعاصر وتأويله**. ترجمة أحمد فؤاد باشا ويمنى طريف الخولي. سلسلة عالم المعرفة 350. الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2008.

باشلار، غاستون. **تكوين العقل العلمي: مساهمة في التحليل النفساني للمعرفة الموضوعية**. ترجمة خليل أحمد خليل. ط 7. بيروت: مجد-المؤسسة الجامعية للدراسات النشر والتوزيع، 2011.

بدوي، عبد الرحمن. **أرسطو**. ط 2. بيروت: دار القلم؛ الكويت: وكالة المطبوعات، 1980.

برهييه، إميل. **تاريخ الفلسفة: الفلسفة اليونانية**. ترجمة جورج طرابيشي. ط 2. بيروت: دار الطليعة، 1987.

بروكمان، جون (تأليف وتحرير). **أينشتاين كما عرفته: مقالات بقلم أربعة وعشرين مفكرًا من الرواد العالميين حول الرجل وأعماله وتراثه**. ترجمة محمد طه. مراجعة فتح الله الشيخ. القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2010.

بوانكاري، هنري. **قيمة العلم**. ترجمة الميلودي شغموم. بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2006.

بوبر، كارل. **الحياة بأسرها حلول لمشاكل**. ترجمة بهاء درويش. الإسكندرية: مكتبة المعارف، [د. ت.].

______. **أسطورة الإطار: في دفاع عن العلم والعقلانية**. ترجمة يمنى طريف الخولي. تحرير مارك نوترنو. سلسلة عالم المعرفة 292. الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2003.

بينيت، جيفري. **ما النسبية؟: مقدمة بدهية لأفكار أينشتاين وسبب أهميتها**. ترجمة محمد فتحي. القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2017.

تريفيل، جيمس. **لماذا العلم؟**. ترجمة شوقي جلال. سلسلة عالم المعرفة 372. الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2010.

الجابري، محمد عابد. **مدخل إلى فلسفة العلوم: العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي**. ط 8. بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، 2014.

حسون، ناظم أحمد وعياد مفتاح شاحوت وبثينة عبد المنعم إبراهيم. "النظرية النسبية الخاصة"، كلية الآداب والعلوم - جامعة المرقب. ليبيا. 2004. في:
https://tinyurl.com/tp67e3ub

الدواي، عبد الرزاق. **موت الإنسان في الخطاب الفلسفي المعاصر**: هيدجر، ليفي ستروس، ميشيل فوكو. بيروت: دار الطليعة، 1992.

دولوز، جيل وفيليكس غتاري. **ما هي الفلسفة؟**. تعريب جورج سعد. بيروت/ باريس: دار عويدات الدولية، 1993.

ديكارت، رينيه. **مقالة الطريقة: لحسن قيادة العقل وللبحث عن الحقيقة في العلوم.** ترجمه إلى العربية وقدم له وعلق عليه جميل صليبا. سلسلة مجموعة الروائع الإنسانية. ط 2. بيروت: اللجنة اللبنانية لترجمة الروائع، 1970.

راسل، برتراند. **حكمة الغرب: عرض تاريخي للفلسفة الغربية في إطارها الاجتماعي والسياسي.** ترجمة فؤاد زكريا. سلسلة عالم المعرفة 364. الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2009.

________. **مشكلات الفلسفة.** ترجمة سمير عبده. دمشق: دار التكوين للتأليف والترجمة والنشر، 2016.

ريكور، بول. **بعد طول تأمل.** ترجمة فؤاد مليت. مراجعة وتقديم عمر مهيبل. الجزائر: منشورات الاختلاف، 2006.

زيناتي، جورج. **الفلسفة في مسارها: مدخل إلى الفلسفة.** بيروت: الأحوال والأزمنة للطباعة والنشر والتوزيع، 2002.

سارتون، جورج. **العلم القديم والمدنية الحديثة.** ترجمة عبد الحميد صبره. القاهرة: المركز القومي للترجمة، 1960.

سمولن، لي. **مشكلة الفيزياء: نهضة نظرية الأوتار وانحدار العلم وما يأتي لاحقًا.** ترجمة عزت عامر. القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2016.

السيد، هيثم وياسر مصطفى. "نظرية الكوانتُم بين العلم والفلسفة: مناظرة أكاديمية". منصة المجلة العلمية الجزائرية (ASJP). 13/ 4/ 2016. في:
https://tinyurl.com/mwddmfre

شنايدر، سوزان. **الخيال العلمي والفلسفة: من السفر عبر الزمن إلى الذكاء الفائق.** ترجمة عزت عامر. القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2011.

الشوك، علي. **تأملات في الفيزياء الحديثة**. بيروت: دار الفارابي، 2012.

العلاف، مشهد. **فلسفة العلم الإجرائية: بين أينشتاين وبرجمان**. دمشق: دار نينوى للدراسات والتوزيع، 2014.

غادامير، هانز جورج. **التلمذة الفلسفية**. ترجمة حسن ناظم وعلي حاكم صالح. بيروت: دار الكتاب الجديد المتحدة، 2013.

غرين، برايان. **الكون الأنيق: الأوتار الفائقة، والأبعاد الدفينة، والبحث عن النظرية النهائية**. ترجمة فتح الله الشيخ. بيروت: المنظمة العربية للترجمة؛ الجزائر: المعهد العالي العربي للترجمة، 2005.

غريبين، جون. **تاريخ العلم (1543-2001)**. ترجمة شوقي جلال. سلسلة عالم المعرفة 390. الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2012.

فالكينبورج، بريجيته. **ميتافيزيقا الجُسميات: دراسة نقدية لواقعية ما دون الذرة**. ترجمة نبيل ياسين البكري وأحمد حمدي مصطفى. القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2017.

الفلسفة الحديثة: نصوص مختارة. اختيار وترجمة محمد سبيلا وعبد السلام بنعبد العالي. بيروت: أفريقيا الشرق، 2001.

فوكو، ميشيل. **الكلمات والأشياء**. ترجمة مطاع صفدي [وآخرون]. مراجعة جورج زيناتي. بيروت: مركز الإنماء القومي، 1989-1990.

فيدرال، فلاتكو. **الواقع الذي نحياه.. وكيف نفكك شفرته: نظرة للكون كمعلومات كمومية**. ترجمة عاطف يوسف محمود. القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2016.

قرني، عزت. **الفلسفة اليونانية حتى أفلاطون**. ط 2. الكويت: مجلس النشر العلمي-جامعة الكويت، لجنة التأليف والتعريب والنشر، 2003.

كارناب، رودولف. **مدخل إلى فلسفة العلوم: الأسس الفلسفية للفيزياء**. ترجمة وتعليق وتقديم السيد نفادي. بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 1993.

كاكو، ميشيو. **فيزياء المستحيل**. ترجمة سعد الدين خرفان. سلسلة عالم المعرفة 399. الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 2013.

كراوس، لورانس. **كون من لا شيء، مع تعليق ريتشارد دوكينز**. ترجمة غادة الحلواني. بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع؛ القاهرة: منشورات الرمل، 2015.

كرم، يوسف. **تاريخ الفلسفة اليونانية**. راجعته ونقحته هلا رشيد أمون. بيروت: دار القلم، [د. ت.].

كرمنشاهي، محسن. **النظرية الشاملة: نموذج لنظرية كل شيء**. ترجمة عنان علي الشهاوي. مراجعة عزت عامر. القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2014.

كنط، عمانوئيل. **نقد العقل المحض**. ترجمة موسى وهبة. بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2015.

كون، توماس، **بنية الثورات العلمية**. ترجمة علي نعمة. بيروت: دار الحداثة للطباعة والنشر، 1986.

______. **بنية الثورات العلمية**. ترجمة شوقي جلال. سلسلة عالم المعرفة 168. الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 1992.

كيلي رايت، وليم. **تاريخ الفلسفة الحديثة**. ترجمة محمود سيد أحمد. تقديم ومراجعة إمام عبد الفتاح إمام. بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2010.

لاكوف، جورج ومارك جونسون. **الفلسفة في الجسد: الذهن المتجسد وتحديه للفكر الغربي**. ترجمة عبد المجيد جحفة. بيروت: دار الكتاب الجديد المتحدة، 2016.

لودان، لاري. **العلم والنسبوية: مسائل خلافية أساسية في فلسفة العلم**. ترجمة نجيب الحصادي ومحمد أحمد السيد. القاهرة: المركز القومي للترجمة، 2015.

متياس، ميشيل. "أسس المعرفة في العلم والفن". ترجمة شوقي جلال. مجلة **الثقافة العالمية**. مج 32، العدد 183 (حزيران/ يونيو 2016).

موسى، سلامة. **حرية الفكر وأبطالها في التاريخ**. قطر: وزارة الثقافة والفنون والتراث، 2012.

موسى، كريم. **فلسفة العلم: من العقلانية إلى اللاعقلانية**. بيروت: دار الفارابي، 2012.

نصري، هاني يحيى. **منهج البحث العلمي: دعوة للدخول إلى العلم من المنطق ونظرية المعرفة**. بيروت: المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، 2004.

نيوتن، إسحق. **رسالة في البصريات**. ترجمة إلياس شمعون. سلسلة الكتب العلمية 4. بيروت: معهد الإنماء العربي، 1987.

هابرماس، يورغن. **العلم والتقنية كـ "أيديولوجيا"**. ترجمة حسن صقر. كولونيا، ألمانيا: منشورات الجمل، 2003.

هايزنبرغ، فيرنر. **الفيزياء والفلسفة**. ترجمة صلاح حاتم. اللاذقية: دار الحوار للنشر والتوزيع، 2011.

هوسرل، إدموند. **دروس في فينومينولوجيا الوعي الباطني بالزمن**. ترجمة لطفي خير الله. بيروت/ بغداد: منشورات الجمل، 2009.

هوكينج، ستيفن وليونارد مولدينوو. **التصميم العظيم: إجابات جديدة عن أسئلة الكون الكبرى**. ترجمة أيمن أحمد عياد. مراجعة مصطفى إبراهيم فهمي. ط 2. بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2015.

هوكينج، ستيفن. **تاريخ موجز للزمان: من الانفجار الكبير حتى الثقوب السوداء**. ترجمة مصطفى إبراهيم فهمي. بيروت: دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، 2016.

هول، ج. ستورس. **المستقبل النانوي**. ترجمة صباح صديق الدملوجي. مراجعة زينة كنج. بيروت: المنظمة العربية للترجمة، 2009.

هيدغر، مارتن. **الكينونة والزمان**. ترجمة وتقديم وتعليق فتحي المسكيني. مراجعة إسماعيل المصدق. بيروت: دار الكتاب الجديد المتحدة، 2013.

______. **مدخل إلى الميتافيزيقيا**. نقله إلى العربية عماد نبيل. بيروت: دار الفارابي، 2015.

هيوم، ديفيد. **مبحث في الفاهمة البشرية**. ترجمة موسى وهبة. بيروت: دار الفارابي، 2008.

يفوت، سالم. **الفلسفة والعلم في العصر الكلاسيكي: سيادة التصور الميكانيكي**. بيروت: المركز الثقافي العربي، 1989.

2-الأجنبية

Adamson, Arthur W. *Understanding Physical Chemistry*. 3rd ed. Menlo Park, Calif.: The Benjamin-Cummings Publishing Co., 1980.

Aspect, Alain et al. *Le monde quantique*. Stéphane Deligeorges (dir.). coll. sciences et avenir 46. Paris: Seuil, 1984.

Aujac, Germaine. *Claude Ptolémée, astronome, astrologue, géographe: Connaissance et représentation du monde habité*. Paris: CTHS, 1993.

Balibar, Françoise. *Galilée, Newton lus par Einstein: Espace et relativité*. Paris: PUF, 1984.

Bensaude-Vincent, Bernadette & Catherine Kounelis. *Les atomes: Une anthologie historique*. Paris: Presses Pocket, 1991.

Blanché, Robert. *La méthode expérimentale et la philosophie de la physique*. Paris: Armand Colin, 1969.

Bohr, Niels. *Physique atomique et connaissance humaine*. Edmond Bauer & Roland Omnès (trad.). Revue par Catherine Chevalley. Paris: Gallimard, 1991; [1961].

Broglie, Louis de. *La physique nouvelle et les quanta*. Paris: Flammarion, 1937.

______. *Jalons pour une nouvelle microphysique: Exposé d'ensemble sur l'interprétation de la mécanique ondulatoire*. coll. Discours de la méthode. Paris: Bordas, 1978.

Castellan, Gilbert W. *Physical Chemistry*. 2nd ed. Menlo Park, Calif.: The Benjamin-Cummings Publishing, 1971.

Descartes, René. *Discours de la méthode: Pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences*. Jamil Saliba (trad. & intro. & notes). 2ème ed. Beyrouth: Commission libanaise pour la traduction des chefs-d'œuvre, 1970.

Einstein, Albert. *Comment je vois le monde*. Maurice Solovine & Régis Hanrion (trad.). Paris: Flammarion, 1979.

_______ & Léopold Infeld. *L'évolution des idées en physique: Des premiers concepts aux théories de la relativité et des quanta*. Paris: Payot, 1981.

Feuer, Lewis Samuel. *Einstein et le conflit des générations*. Paul Alexandre (trad.). Serge Moscovici (préf.). Paris: Complexe, 1978.

Heisenberg, Werner. *Physique et philosophie: La science moderne en révolution*. Jacqueline Hadamard (trad.). Paris: Albin Michel, 1961.

_______. *Les principes physiques de la théorie des quanta*, B. Champion & E. Hochard (trad.). Louis de Broglie (préf.). Paris: Gauthier-Villars, 1972.

Koyré, Alexandre. *La gravitation universelle de Kepler à Newton*. Paris: Gallimard, 1951.

_______. *Etudes newtoniennes*. Avertissement d'Yvon Belaval (trad.). Paris: Gallimard, 1968.

_______. *Chute des corps et mouvement de la terre de Kepler à Newton: Histoire et document d'un problème*. Jacques Tallec (trad.). Paris: Librairie philosophique J. Vrin, 1973.

Luminet, Jean-Pierre. *Les trous noirs*. Paris: Pierre Belfond, 1987.

March, Arthur. *La physique moderne et ses théories*. Serge Bricianer (trad.). Paris: Gallimard, 1965.

Newton, Isaac. *Principia: Principes mathématiques de la philosophie naturelle*. La Marquise De Chatelet (trad.). préface de Voltaire. Paris: Dunod, 2005.

Pagels, Heinz. *L'univers quantique*. Jacques Corday (trad.). Paris: Interéditions, 1985.

Parsons, Paul. *3 minutes pour comprendre les 50 plus grandes théories scientifiques*. Paris: Le courrier du livre, 2009.

Perrin, Jean. *Les atomes*. Présentation et notes de Francis Perrin. coll. Idées 222. Paris: Gallimard, 1970; [1948].

Prigogine, Ilya & Isabelle Stengers. *Entre Le temps et L'eternité*. Paris: Fayard, 1988.

Selleri, Franco. *Le grand débat de la théorie quantique*. Paris: Flammarion, 1986.

Tucker, William Joseph. *L'astrologie de ptolémée*. Janine Reigner (trad.). Paris: Payot, 1981.

فهرس عام

telegram @soramnqraa

ن